



**COMUNICACIONES**

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# Revisión documental sobre normativas acerca del equipo de seguridad en vehículos pesados

---

Oscar Flores Centeno  
David Vázquez Vega  
Manuel de Jesús Fabela Gallegos  
José Ricardo Hernández Jiménez  
Mauricio Eliseo Cruz Acevedo

Publicación Técnica No. 724  
**Querétaro, México**  
**2022**

ISSN 0188-7297



Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural del Instituto Mexicano del Transporte, por Oscar Flores Centeno, David Vázquez Vega, Manuel de Jesús Fabela Gallegos, José Ricardo Hernández Jiménez y Mauricio Eliseo Cruz Acevedo.

Esta investigación es el producto final del proyecto de investigación interna El 08/22 Revisión documental sobre sistemas, normativas, reglamentos y prácticas internacionales tendientes a incrementar la seguridad en la operación de vehículos pesados.

Se agradece la colaboración de Francisco Carrión Viramontes, jefe de la División de Laboratorios de Desempeño Vehicular y Materiales de la CIVIE.



# Tabla de Contenido

---

	Página
Sinopsis.....	v
Abstract.....	vii
Introducción.....	1
1. Antecedentes.....	3
2. Vehículos de carga más seguros.....	9
2.1 Sistemas de seguridad pasiva .....	10
2.1.1 Vidrios de seguridad .....	11
2.1.2 Cinturón de seguridad .....	12
2.1.3 Bolsas de aire .....	15
2.1.4 Carrocería.....	16
2.1.5 Dispositivos antiempotramiento y de protección lateral.....	18
2.2 Sistemas de seguridad activa .....	19
2.2.1 Sistema antibloqueo de frenos (ABS).....	19
2.2.2 Control electrónico de estabilidad (ESC).....	21
2.2.3 Sistema de control de tracción .....	21
2.2.4 Sistema de monitoreo de punto ciego.....	22
2.2.5 Frenado autónomo de emergencia (AEB).....	23
2.2.6 Sistemas auxiliares de frenos.....	24
3. Regulación Mexicana del autotransporte de carga.....	27
3.1 Normativa nacional aplicable al autotransporte.....	27
3.2 Revisión de normas sobre el equipamiento de seguridad del autotransporte.....	31
3.2.1 NOM-012-SCT-2-2017.....	32

3.2.2	NOM-014-SCT-2-2021 .....	32
3.2.3	NOM-035-SCT-2-2022.....	33
3.2.4	NOM-053-SCT-2-2010 .....	33
3.2.5	NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999.....	34
3.2.6	NOM-068-SCT-2-2014.....	34
3.3	Regulación para los conductores de vehículos de autotransporte 34	
3.3.1	Licencia de conducir.....	35
3.3.2	Tiempos de conducción y descanso .....	36
3.4	Ley General de Movilidad y Seguridad Vial .....	37
3.4.1	Medidas mínimas de tránsito.....	38
3.4.2	Estándares de vehículos nuevos.....	39
4.	Regulación Internacional del autotransporte de carga.....	41
4.1	Regulación de los Estados Unidos de América.....	41
4.1.1	Administración Nacional de la Seguridad del Tránsito por Carreteras (NHTSA) .....	42
4.1.2	Administración Federal de Seguridad en el Autotransporte (FMCSA) 43	
4.2	Regulación de la Unión Europea .....	45
4.2.1	Conductores .....	47
4.2.2	Vehículos.....	48
4.3	Otras regulaciones y buenas prácticas .....	53
4.3.1	Norma de Visión Directa (DVS2020).....	53
4.3.2	Normas Basadas en el Desempeño PBS.....	54
	Conclusiones.....	61
	Bibliografía .....	65

## Sinopsis

---

Año con año, a nivel mundial, los accidentes de tránsito cobran la vida de más de un millón de personas, miles más sufren lesiones con secuelas permanentes y cuantiosos daños materiales. Paradójicamente, la mayoría de estos desafortunados números se generan en países pobres y en vías de desarrollo, aun cuando concentran el menor parque vehicular. Con el propósito de reducir estas cifras, el autotransporte de carga merece especial atención, ya que, aunque presentan menor participación en hechos de tránsito que los vehículos ligeros, las consecuencias cuando se ven involucrados son más severas debido al mayor potencial de generar daño por sus dimensiones y magnitud de peso.

Diversos países han implementado marcos regulatorios robustos para lograr contar con sistemas de transporte de mercancías eficientes y seguros, a través del fortalecimiento de la capacitación de los conductores, así como el uso de vehículos más seguros, armonizados con la infraestructura carretera. En el presente trabajo se presenta una vista general de algunas de las regulaciones del autotransporte más importantes a nivel mundial, de manera que puedan generarse estrategias para su implementación en el país en términos de la mejora y complementación de la regulación existente.



# Abstract

---

Every year, worldwide, traffic accidents claim the lives of more than a million people; thousands more suffer injuries with permanent physical sequelae and extensive material damage. Paradoxically, most of these unfortunate numbers are mostly from poor and developing countries, although they concentrate the smallest number of vehicles. With the purpose of reducing these numbers, cargo transportation deserves special attention, since, although they present less participation in transit events than light vehicles, the consequences when they are involved are more severe due to the greater potential to generate damage due to their dimensions and weight.

Several countries have implemented robust regulatory frameworks to achieve efficient and safe freight ground transport systems, through strengthening driver training, as well as the use of safer vehicles, harmonized with the road infrastructure. This paper presents an overview of some of the most important motor transport regulations worldwide, so that strategies can be generated for their implementation in the country in terms of improving and complementing the existing regulation.



# Introducción

---

A nivel global, cada año gran cantidad de personas pierden la vida en siniestros viales y otro tanto sufre lesiones graves, incluso con secuelas permanentes, además del gran costo en términos económicos. Debido a su ocurrencia en el mundo, la ONU los considera un grave problema de salud pública, por lo que convocó a la comunidad internacional a unirse al programa denominado “Decenio por la seguridad vial 2011-2020” con el objetivo de implementar estrategias a nivel global que permitieran reducir estos eventos, [1]. El balance global a la conclusión de dicho decenio mostró que no se lograron completar a cabalidad los objetivos planteados, por tal motivo a comienzos del año 2021 se anunció la extensión de este programa para la siguiente década 2021-2030 manteniendo la meta de reducir a la mitad el número de fatalidades en accidentes de tránsito, [2].

Para entender por qué ocurren los accidentes viales se deben analizar los cuatro elementos que componen el sistema de transporte terrestre que, en conjunto o de forma aislada, pueden generar estos acontecimientos. El primero de ellos es el conductor, seguido por el vehículo mismo, la infraestructura por la cual se desplaza y, finalmente, las condiciones del medio ambiente circundante. Con respecto al vehículo, aquellos destinados para el transporte de carga pesada merecen especial atención debido a que, por la magnitud de sus dimensiones y de su peso, tienen gran potencial de ocasionar mayor daño en caso de verse involucrados en un siniestro, como ha quedado demostrado desafortunadamente en gran cantidad de casos.

Con el fin de incrementar la seguridad en la operación los vehículos de autotransporte se han tomado diversas medidas sobre el conductor y el vehículo. Se ha impulsado la mejora de la capacitación de los conductores y el control de sus tiempos de conducción y descanso, así como limitar las velocidades de desplazamiento de los vehículos, sus dimensiones y el peso, además del desarrollo de sistemas de seguridad tanto activa como pasiva, lo cual se ha plasmado en Normas y Reglamentos. En el caso de México, se cuenta con algunas normas encargadas de regular el transporte pesado, como es el caso de la NOM-012-SCT-2-2017, que se refiere al peso y dimensiones de los vehículos, la NOM-006-SCT2/2011 sobre la revisión diaria que deben tener los vehículos destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos, la NOM-068-SCT-2-2014 sobre la revisión de las condiciones físico-mecánicas de los vehículos, entre otras. Sin

embargo, resultan insuficientes para abordar todo lo referente a aspectos de seguridad vehicular, principalmente con los nuevos desarrollos de sistemas y equipamiento.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la revisión documental sobre los sistemas de seguridad aplicables a vehículos de autotransporte existentes y en desarrollo. La revisión incluye normativas, reglamentos y mejores prácticas a nivel mundial, que pueden ser un sustento para definir acciones que incrementen la seguridad en las carreteras nacionales.

# 1. Antecedentes

---

La movilidad es una necesidad inherente en la mayoría de las actividades cotidianas del ser humano en la sociedad moderna. En ese sentido, a partir de su producción a gran escala a inicios del siglo pasado, los vehículos de carretera han ido cobrando mayor relevancia hasta convertirse en pieza fundamental para cubrir las necesidades de desplazamiento tanto de personas como de mercancías, al grado de ser el sistema más ampliamente utilizado a nivel mundial. Tan sólo en México, durante el año 2021 el 56.2 % de las mercancías se transportó por carretera y el 96.3 % de las personas se trasladó por este medio, [3].

La introducción de los vehículos automotores no solo representó beneficios para el ser humano, sino que eventos desafortunados se hicieron presentes, como los accidentes de tránsito y sus lamentables consecuencias (muertes, lesiones y pérdidas económicas). El incremento de estos terribles hechos se dio de la mano con el aumento sostenido de los vehículos en los caminos y carreteras alrededor del mundo. En los Estados Unidos, para el año 1900 se registraron 36 defunciones en hechos de tránsito, cifra que pasó a 31204 para 1930, [4].

Desde estos comienzos de la automoción se vio la necesidad de definir estrategias para reducir el número y la severidad de los accidentes. En primera instancia, se centró en el establecimiento de reglas para poder armonizar el tránsito de vehículos y peatones. Es así como William Phelps Eno considerado “el padre de la seguridad vial” publicó el artículo titulado “Necesidad urgente de reformar nuestro tránsito en las calles”. De igual forma, se le atribuye la implantación del paso peatonal, la glorieta, la calle de sentido único e incluso, las paradas de taxis, [5].

De igual forma, se redactaron normas para establecer la prohibición de conducir bajo los influjos del alcohol y estipular límites de velocidad, así como ciertos requerimientos que deberían cumplir los vehículos para circular. Tal es el caso de España, que aprobó en 1900 el “Reglamento para el Servicio de Coches Automóviles por las Carreteras del Estado”. Este reglamento recogía normas para que los vehículos pudieran circular, como contar con bocina, faros frontales, indicadores lumínicos y dos sistemas de freno. Además, se limitaba la velocidad a 28 km/h en vías interurbanas y a 15 km/h en vías urbanas, [6]. En 1909, Alemania introdujo la obligatoriedad de exámenes y permisos de conducir estatales, [7].

Para 1923 se patenta el primer semáforo de accionamiento manual diseñado por Garret Gordon, el cual consistía de dos señales que indicaban parar o girar. Dos años más tarde, General Electric compró la patente y desarrolló el semáforo tal y como se conoce hoy en día, [8]. Con la idea de estandarizar los diferentes códigos de señalización que se utilizaban en las carreteras en los Estados Unidos, en 1935 se redactó el manual “Sistemas Uniformes de Control de Tránsito”. Esta idea de homogenizar fue retomada por las Naciones Unidas y en 1968 se llevó a cabo la convención de Viena sobre Señalización Vial donde 65 países de Europa, Asia y África firmaron el compromiso de unificar los diseños de las señales, además de mejorar las medidas de seguridad en la carretera y aplicar normas comunes, [9].

En estas primeras décadas posteriores a la incursión de los vehículos automotores, además de la organización y regulación del tránsito por las carreteras para reducir el número de accidentes, también se identificó la necesidad de que los vehículos se diseñaran y fabricaran de forma que ofrecieran cierto nivel de protección a los usuarios al verse involucrados en un accidente. Así, para 1922 se presentó el sistema hidráulico de frenos, considerado el primer dispositivo de seguridad vial incorporado a un automóvil. En la siguiente década se comenzaron a usar cristales de seguridad en los vehículos y se llevaron a cabo las primeras pruebas de choque, [9].

Para la segunda mitad del siglo pasado, se introdujeron gran cantidad de elementos y sistemas de seguridad en los vehículos, como los cinturones de seguridad, los frenos de disco, sistemas antibloqueo de frenos (ABS), las bolsas de aire (*airbags*), el sistema de control de tracción (ASR), los apoyacabezas, entre otros, [9]. A pesar de los esfuerzos realizados por algunos países para mejorar la seguridad vial, el incremento exponencial en la cantidad de vehículos en circulación, principalmente en países de ingresos bajos y medios, de igual manera trajo consigo el aumento del número de accidentes de tránsito.

En la actualidad, estos hechos dejan anualmente alrededor de 1.35 millones de defunciones y 50 millones de personas con lesiones a nivel mundial, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), [2]. Así mismo, se ha identificado que más del 90 % de las defunciones y traumatismos causados por el tránsito se producen en países en vías de desarrollo, aun cuando estos sólo concentran el 48 % de los vehículos en circulación. De manera particular, los accidentes viales representan la principal causa de muerte en niños y adultos jóvenes con edades comprendidas entre 5 a 29 años y, en términos generales, en el 2004 representaba la novena causa de defunciones considerando todas las

edades. Según las estimaciones de la época se pensaba que, de continuar las tendencias, para el 2030 representaría la quinta causa de los decesos, [1].

Otro punto a resaltar es el hecho de que solamente el 15 % de los países contaban con estrategias integrales sobre seguridad vial que contemplaran los cinco riesgos fundamentales. Estos riesgos son el exceso de velocidad, conducción bajo los efectos del alcohol, así como la no utilización de casco, falta del uso del cinturón de seguridad y de los sistemas de retención infantil, [1].

En el caso de México, el panorama no es muy diferente. Aunque no se cuenta con un sistema que permita registrar las estadísticas tanto en carreteras federales como en ciudades adecuadamente, los datos indican que las defunciones en accidentes de tránsito están entre 16 mil y 24 mil anualmente, [10].

Identificada la inseguridad vial como un grave problema de salud pública, la Organización Mundial de la Salud lanzó la iniciativa denominada “Decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020” con la intención de estabilizar las cifras de defunciones y lesionados, en primera instancia, para posteriormente disminuir los números de víctimas mortales. De esta manera se pensó que se podrían salvar 5 millones de vidas, evitar 50 millones de traumatismos y ahorrar \$ 5 billones de dólares en ese periodo de tiempo, [1].

Para lograr las metas establecidas en el plan se elaboró una estrategia basada en cinco pilares que se determinaron a partir del análisis de los resultados obtenidos en la mejora de la seguridad vial de las diferentes estrategias implementadas de forma aislada por algunos países. Los pilares así definidos fueron: gestión de la seguridad vial, vías de tránsito y movilidad más seguras, vehículos más seguros, usuarios de las vialidades más seguros y respuesta ante emergencias de tránsito.

Sin embargo, debido a que las metas establecidas no serían alcanzadas, según los logros obtenidos al final del decenio, la Organización de las Naciones Unidas decidió emprender un segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial durante el periodo 2021 – 2030. Este nuevo plan pretende aplicar un enfoque de sistemas seguros a través de la integración del transporte multimodal y la planificación del uso de la tierra, infraestructura vial segura, vehículos seguros, uso seguro de las vías de tránsito y respuesta después de los accidentes, [2].

Con respecto al punto de vehículos más seguros, el plan se enfoca en la generalización del establecimiento de normas y estándares con el fin de

obligar a los fabricantes de vehículos de carretera a incluir en sus productos los sistemas de seguridad activa y pasiva, que además se vayan actualizando conforme se tengan avances en el desarrollo de nuevos sistemas de seguridad, de forma que éstos sean incluidos. También contempla la implementación de los programas de evaluación de la seguridad de los vehículos nuevos con el fin de que los consumidores estén informados y puedan elegir las opciones que brinden la mayor seguridad. Asimismo, alienta a los responsables de la gestión de flotas de vehículos a que utilicen vehículos que ofrezcan altos niveles de protección a los pasajeros, [2].

En este rubro de la seguridad vial, atención especial merece el caso de los vehículos de carga pesada, ya que, por sus grandes dimensiones, peso y energía de movimiento, poseen un gran potencial de ocasionar daños al verse involucrados en algún accidente de tránsito. Se estima que la severidad de un accidente donde participa un vehículo de carga es 2.5 veces mayor que aquellos donde sólo participan vehículos ligeros, [11]. Lo anterior ha quedado lamentablemente en evidencia en un sinnúmero de eventos que involucraron este tipo de unidades, con saldos catastróficos con respecto al número de defunciones, lesionados y pérdidas materiales. De acuerdo a datos del año 2021, en los accidentes registrados en las carreteras federales de México, los vehículos de carga pesada estuvieron involucrados en el 27 % de ellos, que presentaron el 20 % de las defunciones y el 25 % de los lesionados, [12]. Ante estas circunstancias, es necesario llevar a cabo acciones que permitan proteger a los demás usuarios que comparten las carreteras con las unidades de carga pesada y reducir las posibilidades de que éstos se involucren en accidentes de tránsito.

Algunos países han logrado reducir la participación de este tipo de vehículos en los accidentes viales al implementar estrategias integrales centradas en atender la seguridad en la operación de los vehículos de carga, a partir de atacar las causas que originan los accidentes, como el factor humano (85 %), las fallas mecánicas (5 %) y las condiciones de la infraestructura (5 %). Un ejemplo es el caso de Francia, donde la presencia de camiones de carga en accidentes se redujo a una sexta parte en el periodo de 1980 a 2006. Para el 2006, la presencia de estos vehículos representó el 3.8 % del total de vehículos participantes, a pesar del incremento en el número de unidades de carga en circulación, [11].

Para lograr lo anterior, las estrategias incluyeron aspectos sobre la capacitación y profesionalización de los conductores. Esto, a través de criterios más estrictos para el otorgamiento de licencias de conducir; el establecimiento de programas de capacitación continua para ampliar los

conocimientos sobre seguridad vial y el rol del operador. También se tuvo mayor control del estado físico de los operadores previniendo el consumo de alcohol y drogas, de atención a la reglamentación y verificación de los tiempos reales de conducción continua por parte de los operadores y del control de la conducción a través del registro de las velocidades de desplazamiento de los vehículos, [11].

Otros elementos de gran importancia para la reducción de accidentes incluyen aspectos como la verificación periódica de las condiciones mecánicas de los vehículos con el fin de reducir la posibilidad de la aparición de fallas durante la operación. También incluye la regulación y verificación de los pesos y dimensiones máximas, la inclusión de elementos y sistemas de seguridad como el sistema antibloqueo de frenos (ABS) y el control electrónico de estabilidad (ESP), así como la incorporación de los nuevos desarrollos tecnológicos, una vez que ha sido probado su funcionamiento y validado su aporte para mejorar la seguridad. Todo lo anterior debe estar debidamente estipulado en las normativas y reglamentos de la materia y es necesario asegurar su cumplimiento por parte de las instancias gubernamentales encargadas de regular el tránsito por las carreteras.

Sin embargo, estos esfuerzos por mejorar la seguridad vial en la operación de los vehículos de carga y, en general, para todos los usuarios de las carreteras, no se han llevado a cabo a nivel mundial con el mismo ímpetu y celeridad a nivel mundial. Mientras que existen regiones o países que han trabajado de forma seria y decidida, hay otros que avanzan con paso más lento en el proceso de elaboración y puesta en operación de estrategias, normativas, programas que prioricen la seguridad vehicular. En este segundo grupo se encuentra México, donde recientemente se ha publicado en el Diario Oficial de la Federación la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, [13]. No obstante, queda mucho trabajo aún por realizar para que se puedan tener resultados favorables.

En ese sentido, este trabajo presenta una revisión de las normas, reglamentos y mejores prácticas que se han implementado en diferentes regiones del mundo en pro de la regulación del transporte de carga, en términos de la mejora de la seguridad en las carreteras. El desarrollo incluye una revisión de la normativa nacional vigente, de manera que se puedan identificar áreas de mejora en las estrategias actuales. En primera instancia se presenta una breve descripción de los componentes y sistemas de seguridad disponibles para los vehículos de carga pesada, con mayor énfasis en los sistemas de seguridad activa. Estos sistemas tienen por función disminuir la posibilidad de ocurrencia de accidentes y proteger, de esta manera, a los demás usuarios de las carreteras.



## 2. Vehículos de carga más seguros

---

Parte importante en las estrategias para la mejora de la seguridad vial tiene que ver con la comercialización de vehículos más seguros, lo cual implicó que los vehículos brindaran protección a sus ocupantes cuando participaran en un accidente. De aquí surgieron los componentes y sistemas de seguridad pasiva como el cinturón de seguridad, las estructuras con deformación controlada y los reposacabezas, entre otros. Posteriormente, gracias a la investigación y al gran desarrollo de los componentes electrónicos, comenzaron a surgir sistemas cuya función se basa en evitar la ocurrencia de accidentes o, en su defecto, disminuir su severidad. A éstos se les conoce como sistemas de seguridad activa, como el sistema antibloqueo de frenos (ABS) y de control electrónico de estabilidad (ESP), por ejemplo.

Como se menciona, estos desarrollos tecnológicos se han ido incorporando paulatinamente a los vehículos a través de los años. Diversos países han adoptado normativas y reglamentos que obligan a los fabricantes de vehículos a incluir de serie estos sistemas, lo que ha ayudado a reducir el tiempo para la incorporación de las nuevas tecnologías en seguridad vehicular. Estas normativas son revisadas periódicamente de manera que incluyan nuevos desarrollos de sistemas que hayan comprobado su aporte en la mejora de la seguridad.

Complementariamente, se han establecido programas de evaluación para determinar el nivel de protección que ofrecen los vehículos y el adecuado funcionamiento de los sistemas de seguridad cuya escala de calificación emplea estrellas: a mayor cantidad de estrellas, mayor nivel de seguridad. Los resultados de las evaluaciones se dan a conocer públicamente para que los potenciales compradores puedan optar por vehículos que les proporcionen mayor protección en caso de enfrentar algún accidente vial. Las evaluaciones consisten principalmente en pruebas de choque bajo diferentes circunstancias y, mediante el uso de maniquíes de impacto (*crash test dummies*), colocados dentro del vehículo, se puede determinar el nivel de daño físico que podría sufrir un humano ante estas condiciones. Con el paso del tiempo, las pruebas se elaboran con mayor rigurosidad e incluyen mayor severidad o variaciones en el tipo de impacto, de manera que los fabricantes deben esforzarse cada vez más para obtener resultados favorables en estas evaluaciones. A nivel mundial existen organizaciones encargadas de realizar este tipo de evaluaciones, quizás,

las más conocidas y reconocidas son la Administración Nacional de Seguridad del Tránsito en las Carreteras (*National Highway Traffic Safety Administration*, NHTSA) y GlobalNCAP (*New Car Assessment Program*). La NHTSA comenzó con la ejecución de pruebas de impacto frontal a finales de la década de los 70's del siglo pasado, [14], mientras que GlobalNCAP (inicialmente EuroNCAP) surgió en 1997 como ente evaluador independiente, [15].

En los últimos años se ha dado gran difusión a la importancia de la seguridad que brindan los vehículos y a los resultados de las evaluaciones realizadas tanto por la NHTSA como por GlobalNCAP. Sin embargo, toda esta publicidad se ha centrado principalmente en vehículos ligeros y utilitarios, sin incluir a los vehículos de carga. Incluso, estas organizaciones encargadas de realizar las evaluaciones de los vehículos no cuentan a la fecha con programas de evaluación que involucren al segmento de carga pesada. Sin embargo, por la capacidad de producir mayor daño a los demás usuarios de las carreteras en caso de verse involucrados en hechos de tránsito, estas unidades de carga merecen principal atención, por lo que se debe promover que los vehículos que circulen ofrezcan adecuados niveles de equipamiento de seguridad, principalmente aquellos sistemas que eviten la ocurrencia de los accidentes.

A continuación, se describen los principales sistemas de seguridad pasiva y activa disponibles para vehículos de carga pesada, cabe señalar que muchos de estos sistemas provienen de los vehículos ligeros y algunos otros se diseñaron y desarrollaron específicamente para los vehículos grandes.

## **2.1 Sistemas de seguridad pasiva**

Los sistemas de seguridad pasiva tienen como función evitar o reducir los daños a los ocupantes de los vehículos una vez que se ha presentado un accidente. En este segmento, en los últimos años ha tomado relevancia la protección para los usuarios vulnerables de las vías de tránsito (peatones, ciclistas y motociclistas), lo que ha conducido a que se desarrollen estructuras vehiculares como parachoques, cofres y parabrisas, que minimicen el daño en caso de atropellamientos, [16].

Básicamente, no existen mayores diferencias entre los sistemas de seguridad pasiva empelados en vehículos ligeros con respecto a su contraparte de vehículos de carga pesada, salvo las diferencias asociadas a las dimensiones de los vehículos. A continuación, se presenta una revisión de los principales sistemas de seguridad y sus características.

## 2.1.1 Vidrios de seguridad

Desde la aparición de los primeros vehículos automotores se identificó la necesidad de contar con elementos que permitieran la visibilidad hacia el exterior y que a la vez proporcionaran protección contra los elementos externos como el aire, la lluvia, etc. Para cumplir con estas funciones en un inicio se utilizó vidrio normal, cuya fragilidad representó un peligro por su facilidad de ruptura, por lo que se comenzó a utilizar vidrio de seguridad.

En la actualidad se emplean diferentes tipos de vidrio de seguridad en los vehículos. Al frente y en menor medida en otras posiciones, se emplea cristal laminado consistente de dos capas de vidrio unidas entre sí a alta temperatura por una resina, generalmente PVB (Poli Vinil Butiral). De esta manera se evita que los fragmentos de vidrio se desprendan al romperse, [17]. Otro aporte de estos vidrios es en términos de resistencia estructural del techo del vehículo, ya que puede aportar hasta el 30 % de esta resistencia, [18]. En la Figura 2.1 se muestra un parabrisas roto, donde se aprecia que no hay desprendimiento significativo de fragmentos.



Fuente: Automotor y ventas (2022), [18].

### **Figura 2.1 Parabrisas roto sin desprendimiento significativo de fragmentos de cristal**

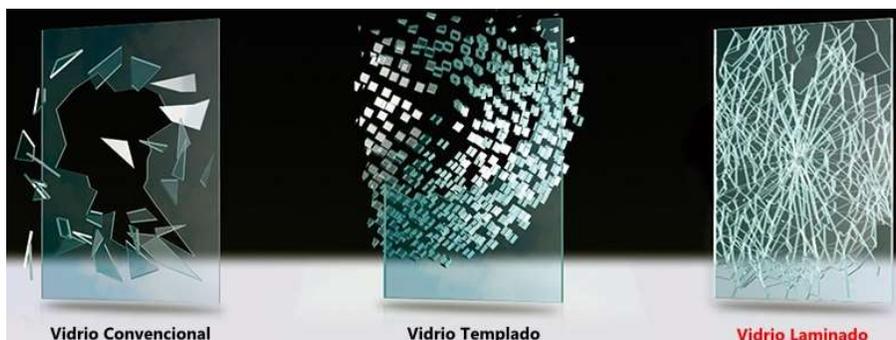
Otro tipo de vidrio de seguridad empleado principalmente en los laterales y parte trasera de los vehículos, es el vidrio templado. Su fabricación implica un calentamiento a altas temperaturas y, posteriormente, un enfriamiento repentino que aumenta su resistencia 10 veces con respecto al vidrio normal. Este tipo de cristal, al romperse, tiende a desmoronarse en fragmentos pequeños que reducen su peligrosidad para los ocupantes, [19]. El comportamiento del vidrio templado al romperse se muestra en la Figura 2.2.



Fuente: Autocosmos (2022), [20].

**Figura 2.2 Vista de ventana rota fabricada con vidrio templado**

Una comparativa de los comportamientos que presentan los diferentes tipos de vidrio al romperse, es representada en la ilustración de la Figura 2.3, a la izquierda se muestra el vidrio normal, al centro el templado y a la derecha el vidrio laminado.



Fuente: Global System (2022), [21].

**Figura 2.3 Comparativa del comportamiento ante el rompimiento del vidrio normal (izquierda), templado (centro) y laminado (derecha)**

Existen diversas normativas alrededor del mundo que establecen la obligatoriedad del uso de vidrio de seguridad en los vehículos. Tal es el caso de la directiva europea 2001/92/CE, la cual es la actualización de la Directiva 92/22/CEE para su homologación con el Reglamento n°. 43 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, en los que se indica que los vidrios del frontal deben ser laminados, mientras que los de la parte trasera y los laterales pueden ser templados o laminados, [23].

## 2.1.2 Cinturón de seguridad

El cinturón de seguridad es considerado el elemento de seguridad más importante en un vehículo, ya que se estima que cada año evita alrededor

de cien mil muertes en accidentes de tránsito, [24]. Su arribo a la industria automotriz, proveniente de la aviación, se dio a finales de la década de los 40's del siglo pasado en el vehículo Tucker Torpedo. Años más tarde, Ford lo ofreció como equipo opcional en sus vehículos, mientras que Volvo revolucionó la industria al desarrollar el cinturón de tres puntos e incluirlo de serie en sus vehículos, además de liberar la patente para que fuera utilizada de forma gratuita por los demás fabricantes, [24].

A pesar de sus evidentes aportes a la seguridad, ha sido necesario el establecimiento de leyes y campañas publicitarias para obligar a los fabricantes a su inclusión de serie en los vehículos, así como a los usuarios para que lo utilicen, ya que aún existe alguna renuencia para su uso. En ese sentido, uno de los primeros avances quedó plasmado en el Convenio de Viena de 1968 sobre Circulación por Carretera, donde se estableció que "El uso de cinturones de seguridad es obligatorio para conductores y pasajeros de vehículos motorizados, que ocupen asientos que estén equipados con tales cinturones, salvo en aquellos casos en los que se concedan excepciones a través de la legislación nacional", [25]. Ese mismo año entró en vigor la ley que obligaba a que todos los vehículos nuevos equiparan cinturones de seguridad en todos los asientos, exceptuando los autobuses, [26]. En España se estableció el uso obligatorio del cinturón de seguridad para los ocupantes de la parte delantera de los vehículos, que se extendió en 1992 a todos los ocupantes, [24]. En el caso de México, en 1997 se estableció su uso obligatorio para todos los ocupantes en la capital del país, [27].

La función principal del cinturón de seguridad es mantener en su asiento a los ocupantes del vehículo en caso de que haya un cambio abrupto en la dirección de desplazamiento o en la velocidad del vehículo, tal es el caso de colisiones o vuelcos, en el que el cinturón minimiza así golpes con los demás elementos dentro del vehículo como volante, parabrisas, otros acompañantes o, incluso, salir proyectado del vehículo, con lo cual minimiza las lesiones, [28]. Se estima que con el uso del cinturón de seguridad aumenta en un 45 % las posibilidades de sobrevivir a un vuelco al impedir la expulsión del ocupante fuera del vehículo, y reduce en 50 % el riesgo de muerte y de sufrir lesiones graves ante cualquier tipo de accidente. Otras funciones que realizan los cinturones de seguridad son la distribución de la fuerza ante un impacto en una zona más amplia del cuerpo y, reduce, por tanto, la tensión soportada; además, ayuda a que el cambio de velocidad experimentado por el usuario sea menos brusco y disminuye, así, las lesiones en ese tipo de situaciones, [29].

Existen diferentes tipos de cinturones de seguridad que se clasifican de acuerdo a los puntos de sujeción con que cuenta. El primero en

desarrollarse fue el de dos puntos o pélvico, el cual consiste en una correa que se pasa por la cintura, por lo que no puede contener el movimiento de la parte superior del cuerpo durante una desaceleración brusca. En la actualidad este tipo de cinturón sigue siendo muy empleado en los aviones, aunque en el caso de vehículos de tierra aún se puede encontrar en autobuses y, en menor medida, en la posición central de los asientos traseros de los automóviles.

Ante las limitantes del cinturón pélvico se desarrolló el de tres puntos, el cual se ha convertido en el estándar para los vehículos de carretera. Consiste de una banda que sujeta desde el hombro, atravesando el pecho y la región pélvica y se sujeta junto a la cadera dando mayor fijación y distribuyendo mejor la energía durante la desaceleración. La Figura 2.4 muestra la colocación del cinturón de tres puntos. Cinturones con mayor número de puntos de sujeción, que van de cuatro a seis, surgieron posteriormente. Éstos se utilizan principalmente en vehículos de alto desempeño y en dispositivos de retención infantil, [30].



Fuente: Fuso (2022), [29].

#### **Figura 2.4 Colocación del cinturón de seguridad de tres puntos**

Aunque el cinturón de seguridad no ha experimentado grandes cambios en cuanto a su forma y su funcionamiento desde su aparición en los vehículos, sí se han incorporado algunos aditamentos para mejorar o complementar su funcionamiento. Tal es el caso de los pretensores, que tensan el cinturón al momento de generarse el impacto para disminuir la holgura y, con ello, reducen el desplazamiento del ocupante. Otros elementos que se ha incorporado al cinturón son bolsas de aire con el propósito de incrementar la protección.

Con respecto a los vehículos de carga pesada, los cinturones de seguridad que equipan son básicamente iguales a los de vehículos ligeros. Existe el falso mito de que un vehículo grande protegerá a sus ocupantes sin la

necesidad de utilizar el cinturón, pues, de acuerdo a las estadísticas, casi el 50 % de los conductores de camiones grandes que murieron en accidentes de tránsito no usaban el cinturón. Dato adicional es que el 75% de los que salieron expulsados del vehículo, no llevaba puesto el cinturón, [31].

### 2.1.3 Bolsas de aire

Las bolsas de aire o *airbags* son elementos de seguridad pasiva, cuya función es evitar o reducir las lesiones debidas a los golpes que pueden sufrir los ocupantes contra diferentes partes del interior del vehículo durante colisiones o vuelcos. La intención de las bolsas de aire es disminuir su energía cinética y se diseñan para funcionar en combinación con el cinturón de seguridad. Se estima que su uso correcto reduce entre un 20 y un 30 % el riesgo de muerte y en 11 % las lesiones graves, [32].

Los airbags son bolsas de tela que se pueden ubicar en diferentes partes dentro del vehículo, las cuales se inflan por el gas producto de una reacción química en alrededor de 30 milisegundos y salen de su compartimiento a una velocidad superior a los 300 km/h para amortiguar el movimiento de los ocupantes. Posteriormente, la bolsa de desinfla paulatinamente debido a que el gas se escapa a través de orificios en la tela con que está fabricada. Sensores instalados en el vehículo registran los cambios bruscos de aceleración negativa generados por colisiones moderadas o severas y mandan la señal para el despliegue de los airbags, [33].

Al igual que el cinturón de seguridad, las bolsas de aire se transfirieron de la aeronáutica al mundo automotriz, cuyos inicios en ese sentido fueron en la década de los 50´s en los Estados Unidos. En los siguientes años se trató de llegar, sin éxito, a un sistema de bolsas de aire funcional, no es sino hasta que en 1981 aparece el primer vehículo comercial equipado con un sistema de airbag para el conductor que funcionaba de manera fiable y efectiva. Este sistema se ha mantenido prácticamente sin cambios hasta el día de hoy.

Con el tiempo, los sistemas de bolsas de aire dejaron de ser solo dos frontales (para conductor y copiloto) y se extendieron a otras posiciones. Tal es el caso de los que se ubican en los costados de los asientos, que se activan en impactos laterales; los de tipo cortina en los pilares del techo, que se activan en caso de vuelco, y para rodilla, entre otros. Hoy en día los automóviles pueden equipar hasta 10 bolsas de aire, [32]. La Figura 2.5 muestra una imagen del interior de un vehículo con las diferentes bolsas de aire desplegadas, donde se identifican las frontales en volante y tablero,

las laterales en los costados de todos los asientos y las de tipo cortina en las ventanas delanteras y traseras del vehículo.



Fuente: SemiNuevos (2022), [34].

### **Figura 2.5 Representación de los diferentes airbags que puede equipar un vehículo**

El uso generalizado de las bolsas de aire en vehículos ligeros se ha dado en parte gracias al establecimiento de leyes que hacen obligatoria su inclusión como equipo de serie, como en Europa desde 2006, [32]. Esto no ha sucedido para los vehículos de carga, ya que hay países donde estos sistemas se ofrecen como equipo opcional y sólo se ofertan de serie en los vehículos de mayor gama. Sin embargo, no dejan de ser un elemento de gran importancia para proteger a los ocupantes de este tipo de vehículos.

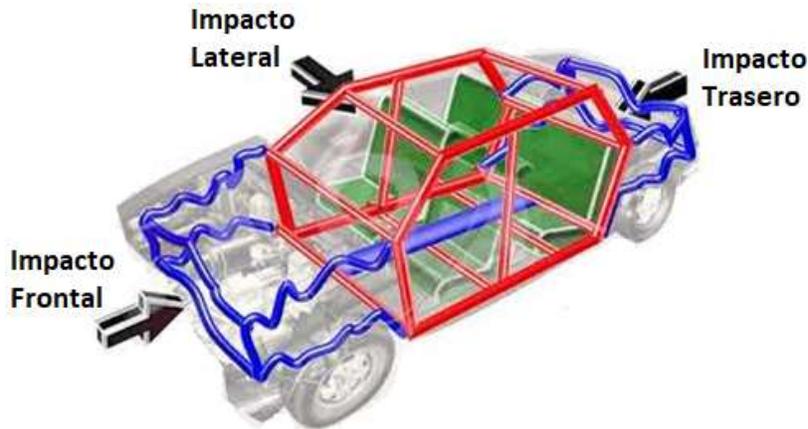
## **2.1.4 Carrocería**

La carrocería de un vehículo protege a los ocupantes de las condiciones del exterior. Con el paso del tiempo se entendió que también son un pilar importante para brindar seguridad ante eventos de colisiones o vuelcos. Así, se dejaron de fabricar carrocerías rígidas y fuertes que transmitían la energía generada durante los accidentes a los usuarios y dieron paso al diseño y construcción de carrocerías con zonas de deformación programada.

Esta deformación permite absorber parte de la energía del impacto a través del sacrificio de algunos elementos diseñados para ese fin. Los elementos de las carrocerías se fabrican con materiales de diferentes niveles de resistencia y espesores, en los que la geometría, disposición y cantidad de componentes desempeñan un papel importante para permitir su deformación funcional.

Las zonas de deformación programada se encuentran en puntos de la carrocería con el fin de abarcar los lugares de impacto más comunes,

como la parte frontal, los laterales, la parte trasera y, en caso de vuelco, la parte superior. Adicionalmente, se emplean elementos fabricados de acero de alta resistencia para conformar una especie de jaula que, en caso de impacto, mantiene su forma protegiendo así a los ocupantes, [35]. Las zonas de impacto y la jaula de alta resistencia se muestran en la Figura 2.6.



Fuente: Tecnología del automóvil (2022), [36].

**Figura 2.6 Representación de las zonas de deformación programada y la jaula de alta resistencia en la carrocería de un vehículo**

Para mayor eficiencia en la mitigación de lesiones durante accidentes, la acción de la carrocería con deformación programada se complementa con el uso de elementos colapsables; por ejemplo, la columna de la dirección, los pedales o los soportes del motor, para evitar la penetración de estos elementos dentro del habitáculo.

Referente a los vehículos de carga pesada, resulta de igual forma importante la implementación de cabinas con zonas de deformación programada y habitáculos de gran resistencia para protección de los ocupantes. En Europa, donde la mayoría de este tipo de vehículos son de tipo CabOver o “chatos”, que en apariencia serían más vulnerables ante colisiones o vuelcos, los fabricantes deben mostrar la conformidad de sus unidades con la Norma ECE R-29 para comercializar sus productos, [37]. La Figura 2.7 muestra la estructura interna de una cabina tipo CabOver.

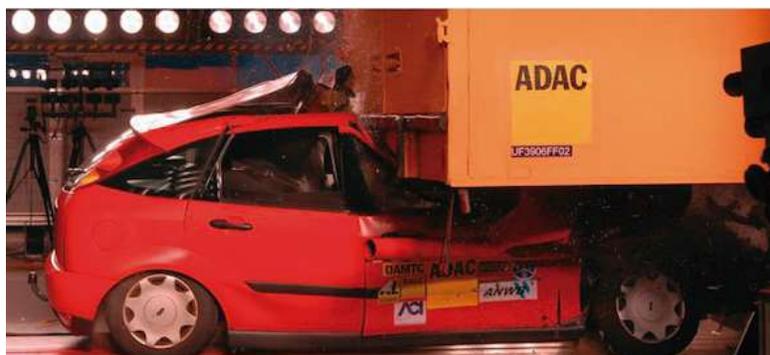


Fuente: CESVIMAP (2015), [38].

**Figura 2.7 Representación de elementos de alta resistencia en cabina de vehículo comercial**

## 2.1.5 Dispositivos antiempotramiento y de protección lateral

A diferencia de los mencionados anteriormente, estos elementos de seguridad pasiva son de uso exclusivo para vehículos de carga, cuya particularidad es que no son para proteger a los ocupantes del vehículo que los equipa, sino preservar la seguridad de los usuarios de vehículos ligeros, motociclistas y ciclistas. Por la diferencia de alturas, los vehículos pequeños pueden terminar incrustándose debajo del vehículo de mayor tamaño con serias consecuencias para los usuarios de los vehículos ligeros, por lo que estos elementos pretenden evitar estas situaciones. En la Figura 2.8 se muestra una colisión por alcance de un compacto contra un semirremolque, donde se aprecian las consecuencias de no contar con un elemento anti-empotramiento o de un funcionamiento inadecuado de parte de este.



Fuente: 12 Voltios and Personal CAR (2022), [39].

**Figura 2.8 Prueba de empotramiento de vehículo compacto en la parte trasera de semirremolque, [39]**

La protección contra los empotramientos debe considerar la parte frontal, trasera y lateral de los vehículos de carga para cubrir los lugares donde se podría presentar una situación de riesgo. Se fabrican principalmente de acero y deben contener a los vehículos y absorber la energía del impacto. El vehículo presentado en la Figura 2.9 muestra el empleo de elementos anti-empotramiento tanto en la parte trasera como en la lateral del vehículo.



Fuente: TECNOVECA (2022), [40].

**Figura 2.9 Elementos anti-empotramiento en vehículo de carga**

## 2.2 Sistemas de seguridad activa

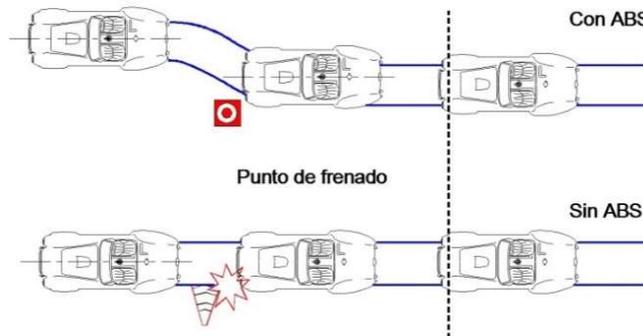
La función de los sistemas de seguridad activa, a diferencia de los sistemas pasivos, es tratar de evitar la ocurrencia de accidentes o, si esto no es posible, reducir sus consecuencias. En las últimas décadas, el desarrollo y aplicación de estos sistemas se ha visto enormemente favorecido por el gran avance en el campo de la electrónica, ya que para su funcionamiento es preciso contar con diversos sensores y procesadores que generen instrucciones en base en el análisis de la información recabada por los sensores.

La investigación y desarrollo de nuevos sistemas de seguridad activa es un proceso continuo. Algunos de los sistemas actuales son el de antibloqueo de frenos, el control electrónico de estabilidad, el monitoreo de punto ciego, el frenado autónomo de emergencia y la alerta de abandono de carril, entre otros.

### 2.2.1 Sistema antibloqueo de frenos (ABS)

Estos sistemas evitan que las llantas se bloqueen, es decir deslicen mientras que dejan de girar, durante el proceso de frenado, ya que en esta situación se pierde la capacidad de control del vehículo por parte del conductor, lo anterior ocurre generalmente cuando se aplica mucha presión de forma repentina en el pedal del freno, como en una situación

de emergencia. El sistema ABS ayuda a mantener en todo momento el control direccional del vehículo, permitiendo así, de ser necesario la evasión de obstáculos. En la Figura 2.10 se ilustra el comportamiento de un vehículo con y sin el sistema de ABS, en el primer caso se observa que el vehículo tiene la capacidad de cambio de dirección, mientras que, en el segundo se pierde esta capacidad por el deslizamiento de las llantas al encontrarse bloqueadas, situación que puede terminar en una colisión.



Fuente: Areatecnológica (2022), [41].

**Figura 2.10 Comportamiento durante frenado de emergencia de vehículo con y sin ABS**

Para su funcionamiento, el sistema equipa sensores ubicados en las ruedas que monitorean su velocidad de rotación, cuando detectan que no hay rotación, pero el vehículo continúa desplazándose emiten la señal de bloqueo, con lo que la presión de frenado se libera momentáneamente, permitiendo que la rueda vuelva girar, restableciéndose la acción de frenado. De esta manera se evita la pérdida del control direccional durante frenado de emergencia.

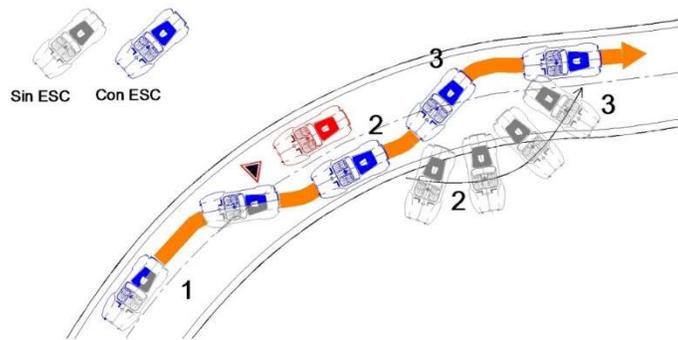
Posteriormente, y de forma complementaria a los sistemas ABS, surgieron otros sistemas aplicables al proceso de frenado como son la distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBD) que permite distribuir de mejor manera la presión de frenado dependiendo de las condiciones que requiera cada rueda. Otro sistema identificado como de asistencia al frenado (BA), proporciona potencia adicional durante frenados de emergencia, [42].

Estos sistemas son aplicables para vehículos de carga pesada, con la diferencia del tipo de elementos que emplean por la naturaleza del fluido de potencia, ya que en los frenos de los vehículos ligeros por lo general se emplea un fluido incompresible para su accionamiento, mientras que en los vehículos pesados el fluido es aire comprimido.

## 2.2.2 Control electrónico de estabilidad (ESC)

El Sistema de Control Electrónico de Estabilidad (ESC), también conocido como Programa Electrónico de Estabilidad (ESP) o Control Dinámico de Estabilidad (DSC), se introdujo a E. U. en 1997, cuyo funcionamiento detecta y reduce la pérdida de control o de tracción. Básicamente, el sistema opera activamente con acciones de frenado y monitorea el movimiento y desempeño en las ruedas para evitar, en lo posible, la pérdida de control direccional. Su acción repercute sobre el frenado en una o más de las ruedas al detectar situaciones de riesgo para evitar sobrevirajes y subvirajes al negociar los cambios de dirección en el seguimiento de una trayectoria y ayuda con ello a dirigir el vehículo hacia donde el conductor quiere. Algunos sistemas incluso reducen la potencia del motor en situaciones de pérdida de control, hasta que éste se recupera, [43]. Algunas estimaciones indican que, solamente en la Unión Europea, este sistema ha salvado más de 15000 vidas desde su aparición y ha ayudado a evitar casi medio millón de accidentes, [44].

En la Figura 2.11 se representa una maniobra de rebase al transitar en curva, tanto con un vehículo equipado con ESC y otro sin ESC. Como resultado, el vehículo con ESC logra realizar la maniobra de forma adecuada, mientras que el otro sufre pérdida de control en el eje posterior del vehículo y sale del camino.



Fuente: Tecmovia (2012), [45].

**Figura 2.11 Funcionamiento del sistema de control electrónico de estabilidad**

## 2.2.3 Sistema de control de tracción

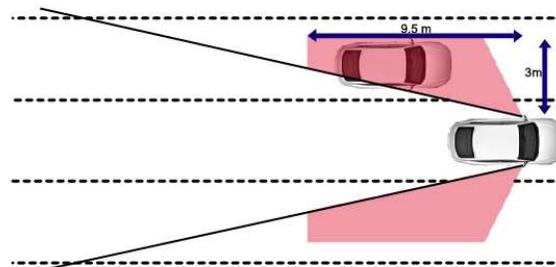
Este sistema busca la mejor condición de motricidad del vehículo para evitar que las ruedas patinen y deslicen sobre una superficie con poca fricción (mojada, con grava o con nieve) o al acelerar fuertemente. El sistema se apoya de los sensores del ABS para funcionar, pero a diferencia de éste, el control de tracción sólo evita las pérdidas de motricidad por

exceso de aceleración y no son capaces de recuperar la trayectoria del vehículo en caso de excesivo subviraje o sobreviraje.

En general se trata de un sistema que se activa si se detecta que alguna de las ruedas motrices del vehículo patina y, en tal caso, el sistema actúa con el fin de reducir el par de giro y así recuperar la adherencia entre la llanta y el piso. Esto se consigue ya sea al reducir el par motriz suministrado o al frenar la rueda que ha perdido adherencia, para garantizar así el control y la tracción, [46].

## 2.2.4 Sistema de monitoreo de punto ciego

Durante la conducción es necesario contar con información de lo que acontece en el entorno donde se desplaza el vehículo, sobre la proximidad de otros vehículos, ciclistas, peatones, etc., tanto hacia el frente como en los costados y en la parte posterior. Para facilitar la visión del conductor, los vehículos cuentan con parabrisas, medallones y ventanas laterales, así como espejos laterales y retrovisor. Sin embargo, aun así, existen zonas conocidas como “puntos ciegos” que quedan fuera de su visión. En el caso de los vehículos ligeros, estas regiones se encuentran en los costados, como se muestra en la Figura 2.12, [47].



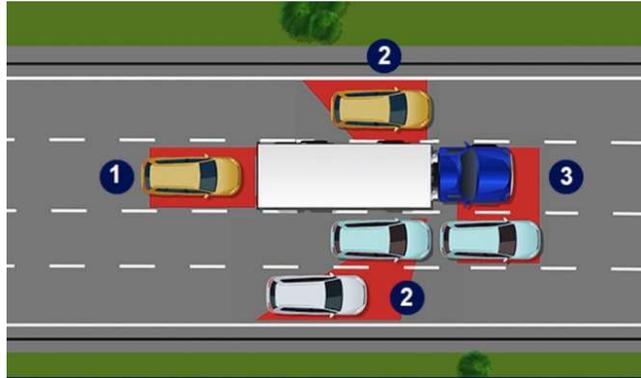
Fuente: Autocosmos.com (2016), [47].

**Figura 2.12 Zonas de pérdida de visión o “puntos ciegos”**

Con el objetivo de auxiliar al conductor en la detección de otros vehículos en esas zonas sin visibilidad, Ford desarrolló el sistema de información de punto ciego (BLIS, *Blind Spot Information System*), el cual puede tener otras acepciones. En general, estos sistemas se basan en monitorear, mediante cámaras o con tecnología de ultrasonido, las zonas conflictivas a ambos lados del vehículo y avisan acústica o lumínicamente al conductor cuando otro vehículo se encuentra en esta zona, [48].

En el caso de los vehículos de carga, por la mayor altura en que se encuentra la posición del conductor, se tienen mayor cantidad de puntos ciegos en los laterales, incluso en la parte frontal del vehículo, como se muestra en la Figura 2.13, [49]. Por esa razón es importante para este tipo

de unidades contar con sistemas como éste, que además puedan detectar la presencia de ciclistas o peatones.



Fuente: TYT (2018), [49].

**Figura 2.13 Representación de puntos ciegos en un vehículo de carga**

## 2.2.5 Frenado autónomo de emergencia (AEB)

Este sistema es considerado el mayor avance en seguridad vial desde la aparición del cinturón de seguridad. Se estima que ayudará a evitar un alto porcentaje de colisiones o atropellamientos o reducir la gravedad de aquellos que no sean posibles de evitar. Las estimaciones en los porcentajes de reducción varían de acuerdo a los diferentes estudios que se han realizado, [50].

El sistema AEB utiliza para su funcionamiento una serie de sensores (radares y cámaras) que monitorean de manera constante el camino hacia el frente del vehículo para identificar posibles obstáculos. Con base en el análisis de esta información y otras variables como trayectoria y velocidad del vehículo, se determina si existe riesgo de una posible colisión, ante lo cual se emite una alerta al conductor en forma de sonido, luz en el cuadro de instrumentos, o incluso vibración del volante. En caso que no haya respuesta del conductor para evitar el riesgo, el sistema aplica de forma autónoma el freno y puede incluso detener completamente el vehículo, [50].

Este sistema resulta de gran ayuda en el caso de los vehículos de carga, ya que los operadores pueden ser más propensos a distraerse o dormirar ante el volante por los prolongados tiempos que pasan en las carreteras. Las distracciones, fatiga o cansancio pueden impedirles prever y actuar a tiempo para evitar colisiones o atropellamientos. La Figura 2.14 muestra una representación de la operación del sistema de frenado autónomo de emergencia en un vehículo de carga para evitar la colisión por alcance con otro vehículo.



Fuente: *Autónomos en ruta* (2022), [51].

**Figura 2.14 Esquematación del accionamiento del freno autónomo de emergencia**

## **2.2.6 Sistemas auxiliares de frenos**

En términos de seguridad, uno de los sistemas de los vehículos más importante es el de frenos. En los vehículos de carga pesada este sistema cobra mayor relevancia, debido a la gran cantidad de masa e inercia que poseen, los componentes de este sistema se ven sometidos a grandes esfuerzos. Consecuentemente, se eleva de forma importante su temperatura, principalmente cuando son acciones de frenado reiteradas, como en el caso de circulación por una pendiente descendente. Son numerosos los accidentes de este tipo provocados por vehículo pesados y que presentaron falla del sistema de frenos, [52].

Para evitar que los frenos de servicio de los vehículos de autotransporte se sobrecalienten y puedan fallar, se han desarrollado sistemas auxiliares de frenado, cuya función es reducir el uso de los frenos de servicio y así mantenerlos en buenas condiciones por mayor tiempo. Existen diferentes sistemas auxiliares que funcionan de igual manera bajo diferentes principios, como son los frenos de motor y los retardadores hidráulicos y electromagnéticos.

### **Freno de motor Jacobs**

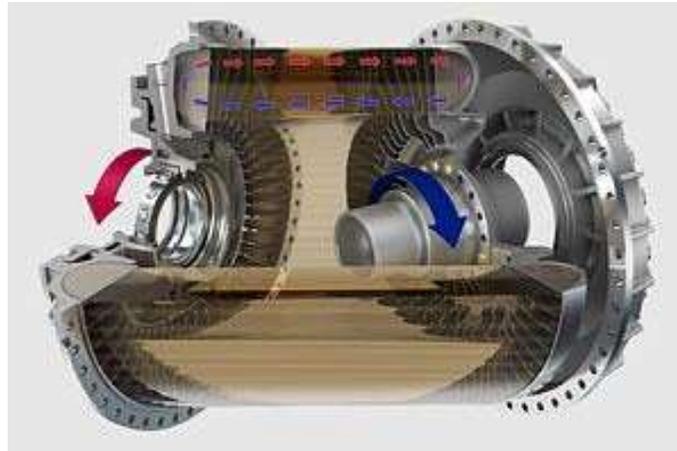
Comúnmente conocido solo como freno de motor, es quizás el sistema auxiliar más ampliamente utilizado en los vehículos pesados. Su principio de operación consiste en cerrar las válvulas de salida de los gases de escape del motor, acción similar a la de un compresor para oponerse al desplazamiento del cigüeñal, lo que genera la disminución de la velocidad de las ruedas motrices. Tiene, además, la ventaja con respecto a los frenos de servicio, que no produce deslizamiento o bloqueo de las ruedas, siendo más efectivo en carreteras con baja adherencia, [52].

Entre sus desventajas se puede mencionar la gran cantidad de ruido que genera su funcionamiento, por lo que en zonas urbanas puede estar prohibido su uso. Además, genera esfuerzos y desgastes adicionales en el motor, así como aumento en el consumo de combustible.

### **Retardadores**

Los retardadores van colocados normalmente en la caja de cambios o en la flecha cardán, por lo que su operación es independiente del motor y del sistema de frenos de servicio. Los más comunes operan bajo dos principios de operación: por un fluido hidráulico y por campos electromagnéticos.

El retardador hidráulico aprovecha el direccionamiento del flujo de un líquido por medio de álabes o paletas para generar oposición a la rotación del eje. En general, consiste de un conjunto estator y un rotor acoplado a la flecha de salida de la caja de transmisión, ver Figura 2.15. Entre estos dos componentes circula un fluido en una cantidad determinada cuya fuerza de arrastre, de acuerdo a la dirección de las paletas, se transmite al rotor para generar el efecto de frenado, [53]. Su operación no genera ruido, sin embargo, el fluido sufre incremento de temperatura por lo que se debe disponer de un sistema de enfriamiento, que por lo general es el mismo con que cuenta el vehículo.

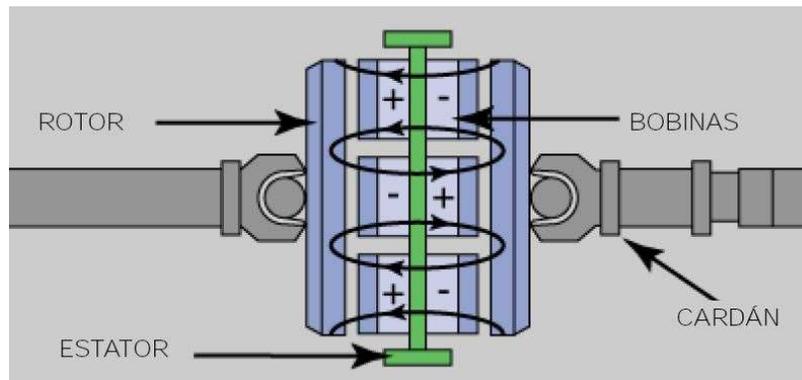


Fuente: Área Mecánica. Ingeniería Mecánica (2012), [54].

**Figura 2.15 Retardador hidráulico o hidrodinámico**

El retardador electromagnético funciona por medio de la interacción de campos electromagnéticos, de los cuales, los principales son generados en el estator y los secundarios son generados en el rotor debido al principio de corrientes de Eddy. La interacción entre estos campos electromagnéticos genera oposición al giro del rotor que se encuentra conectado directamente a la flecha cardán del vehículo. Debido a que no

hay contacto entre sus componentes no hay frenado por fricción ni desgaste de piezas; sin embargo, si se produce calor en el sistema el cual debe ser evacuado de este por medio de ventilación forzada producida por el rotor, conformado usualmente por discos ventilados que al girar generan una corriente de aire para su enfriamiento. La intensidad de los campos magnéticos principales es modificada por medio de un sistema de control de corriente eléctrica que acciona el operador y a través de la cual se puede seleccionar la intensidad del frenado, [55]. La imagen de la Figura 2.16 ilustra los componentes de un retardador electromagnético acoplado en el eje de transmisión de movimiento de la transmisión al diferencial, mejor conocido como flecha cardan.



Fuente: Frenelsa (2019), [55].

### **Figura 2.16 Componentes del retardador electromagnético**

La investigación sobre sistemas de seguridad aplicables a los vehículos de carretera sigue en constante desarrollo y mejora. En este apartado se presentó un panorama general de los principales sistemas que ya han sido probados e implementados de forma masiva. De igual manera, las legislaciones que determinan los componentes mínimos de seguridad con que deben ser equipados los vehículos nuevos mantienen un proceso de revisión a fin de que en estas se incluyan requisitos que mejoren la seguridad.

### **3. Regulación Mexicana del autotransporte de carga**

---

En México, como en el resto del mundo, las diversas actividades económicas están reguladas con base en Leyes, Reglamentos y Normas, donde se establecen, entre otras cosas, los aspectos legales y técnicos que se deben de cumplir. En estos mismos documentos se establece sus ámbitos de aplicación, es decir, quienes deben de seguir sus lineamientos, así como los organismos encargados de vigilar su cumplimiento.

El autotransporte de carga, como actividad económica, no es la excepción, por lo que existe un marco regulatorio que busca que haya mayor seguridad con una operación más eficiente. Este marco está compuesto por alrededor de 10 Leyes, similar número de Reglamentos, poco menos de 30 Normas Oficiales Mexicanas y aproximadamente 11 Normas Mexicanas. Aquí se describe brevemente la revisión de las normas concernientes a la seguridad en la operación de vehículos de autotransporte.

#### **3.1 Normativa nacional aplicable al autotransporte**

La Normativa Nacional está compuesta principalmente por Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que son regulaciones técnicas de observancia obligatoria, y por Normas Mexicanas (NMX), elaboradas por organismos nacionales de normalización o por la Secretaría de Economía (SE), estas últimas establecen los requisitos mínimos de calidad de los productos o servicios y cuya aplicación es voluntaria, [56].

Con respecto a la regulación del autotransporte, la Tabla 3.1 lista las normas que involucran directamente a este tipo de vehículos. Como se puede apreciar, la mayoría de estas se relaciona con el transporte de materiales y sustancias peligrosas, que abarca temas tanto de la identificación de los vehículos destinados para ello como de las mercancías transportadas, las características de diseño y construcción de los recipientes para su contención y sus métodos de prueba y sobre información de emergencia durante el transporte de este tipo de materiales y sustancias, principalmente. Así mismo, actualmente se trabajan algunos proyectos

relacionados con el equipamiento de seguridad de vehículos pesados, pero que, a la fecha, no se han concluido.

**Tabla 3.1 Listado de las principales Normas nacionales que regulan el autotransporte**

<b>Clave</b>	<b>Título</b>
NOM-001-SCT-2-2016	Placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, tractocamiones, autobuses, camiones, motocicletas, remolques, semirremolques, convertidores y grúas, matriculados en la República Mexicana, licencia federal de conductor, calcomanía de verificación físico-mecánica, listado de series asignadas por tipo de vehículo, servicio y entidad federativa o dependencia de gobierno, especificaciones y método de prueba.
NOM-004-SCT/2008	Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-005-SCT/2008	Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-006-SCT2/2011	Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos.
NOM-011-1-SCT-2-2022	Especificaciones para el transporte de determinadas clases de mercancías peligrosas (sustancias o materiales peligrosos) embaladas/envasadas en cantidades exceptuadas- Especificaciones para el transporte de productos para el consumidor final, inclusive.
NOM-012-SCT-2-2017	Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
NOM-014-SCT-2-2021	Especificaciones técnicas y métodos de prueba de defensas traseras para vehículos con peso bruto vehicular de diseño superior a 4 536 Kg.

**Tabla 3.2 Listado de las principales Normas nacionales que regulan el autotransporte (continuación)**

Clave	Título
NOM-015-SCT-2-2022	Condiciones de seguridad en la estiba y sujeción de la carga que deben cumplir los vehículos de autotransporte que circulan en las carreteras y puentes de jurisdicción federal, así como los intervalos de revisión que deben aplicar para evitar el movimiento y/o caída de la carga.
NOM-023-SCT2/2011	Información que debe contener la Placa Técnica que deben portar los autotanques, cisternas portátiles y Recipientes Metálicos Intermedios a Granel (RIG) que transportan sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-024-SCT2/2010	Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de ensayo (prueba) de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-028-SCT2/2010	Disposiciones especiales y generales para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables.
NOM-029-SCT2/2011	Especificaciones para la construcción y reconstrucción de Recipientes Intermedios para Graneles (RIG), destinados al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-030-SCT2/2009	Especificaciones y características relativas al diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles de gases licuados refrigerados.
NOM-032-SCT2/2009	Especificaciones y características relativas al diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles destinadas al transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de las clases 1, 3 a 9.
NOM-035-SCT-2-2022	Remolques, semirremolques y convertidores-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

**Tabla 3.3 Listado de las principales Normas nacionales que regulan el autotransporte (continuación)**

Clave	Título
NOM-044-SEMARNAT-2017	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.
NOM-046-SCT2/2010	Especificaciones y características relativas al diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles de gases licuados no refrigerados.
NOM-053-SCT-2-2010	Transporte terrestre-Características y especificaciones técnicas y de seguridad de los equipos de las grúas para arrastre, arrastre y salvamento.
NOM-057-SCT2/2003	Requerimientos generales para el diseño y construcción de autotanques destinados al transporte de gases comprimidos, especificación SCT 331.
NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999	Transporte terrestre-Servicio de autotransporte económico y mixto-midibús- Características y especificaciones técnicas y de seguridad.
NOM-068-SCT-2-2014	Transporte terrestre-Servicio de autotransporte federal de pasaje, turismo, carga, sus servicios auxiliares y transporte privado-Condiciones físico-mecánica y de seguridad para la operación en vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
NOM-087-SCT-2-2017	Que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de autotransporte federal.

**Tabla 3.4 Listado de las principales Normas nacionales que regulan el autotransporte (continuación)**

Clave	Título
NOM-020-SCT-2-2022	Especificaciones generales para el diseño, construcción y pruebas de autotankers destinados al autotransporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos, especificaciones SICT 406, SICT 407 y SICT 412.
NMX-D-233-IMNC-2021	Productos para el uso en la autotransportación-Luces exteriores.
NMX-D-308-IMNC-2010	Autotransporte-resortes de suspensión para vehículos automotores-especificaciones de seguridad y métodos de ensayo.
NMX-D-313-IMNC-2015	Sistemas de frenos de aire.
PROY-NMX-D-313-2-IMNC-2017	Sistemas de frenos de aire - Parte 2: Sistema para vehículos de las categorías M2, M3, N y O.
PROY-NMX-D-314-IMNC-2021	Transporte terrestre-Servicios de autotransporte-Especificaciones de seguridad para la sujeción de la carga que deben cumplir los vehículos que transitan en los caminos del territorio nacional.
NMX-D-315-IMNC-2015	Material de fricción para sistema de frenos.
NMX-D-316-IMNC-2016	Motores Diésel-Agente de reducción de NOx
PROY-NMX-D-321-IMNC-2020	Método para evaluar los dispositivos que previenen el vuelco del segundo semirremolque o remolque.

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF.

## 3.2 Revisión de normas sobre el equipamiento de seguridad del autotransporte

Como se puede apreciar del listado de la tabla anterior, en la actualidad no se cuenta con una norma específica sobre el equipamiento de seguridad de los vehículos de carga pesada, contrario al caso de los vehículos ligeros donde se cuenta por ejemplo con la NOM-194-SE-2021, que hace referencia a los dispositivos de seguridad que deben equipar estos vehículos nuevos. Aunque en las normas NMX se mencionan aspectos

como los sistemas de frenos y los dispositivos antivuelco para remolques y semirremolques, estas no son de observancia obligatoria.

Con el propósito de identificar los requerimientos obligatorios actuales en la normativa vigente, sobre los sistemas o dispositivos de seguridad (tanto pasiva como activa) que deben cumplir los vehículos de autotransporte nuevos, se realizó una exploración de las Normas NOM. Aspectos relevantes de los resultados de la revisión se presentan a continuación.

### **3.2.1 NOM-012-SCT-2-2017**

El objetivo de esta Norma Oficial Mexicana es establecer las especificaciones de peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte federal, sus servicios auxiliares y transporte privado que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, excepto los vehículos tipo grúa de arrastre y arrastre y salvamento, [57].

Adicionalmente, define los límites de velocidad para las diferentes configuraciones vehiculares acordes al tipo de camino por el que circulen. Con respecto a equipamiento de seguridad de los vehículos, hace mención a ciertas características que deben cumplir los tractocamiones que estén destinados a ser utilizados en configuraciones doblemente articuladas, del tipo T-S-R y T-S-S, entre las que destacan la obligatoriedad del uso de motores electrónicos con especificaciones de potencia y de par mínimos de acuerdo a la configuración vehicular. Indica también la capacidad mínima de los ejes motrices, que se debe contar con un sistema auxiliar de frenado libre de ficción, que el convertidor debe equiparse con doble cadena de seguridad, además de sistema de frenos antibloqueo (ABS) para las unidades que conformen la configuración, con excepción del convertidor, cámaras de frenado de doble acción (excepto eje direccional), estos últimos también son obligatorios para los camiones unitarios (C) y, configuraciones camión – remolque (C-R) y tractocamión – semirremolque (T-S), regulador de velocidad, sistema de georreferenciación (GPS), sistemas de ajuste automático de frenos al igual que las configuraciones C-R y T-S y cintas retro-reflejantes, esto aplica también para vehículos tipo C, C-R y T-S; el uso de espejos para eliminación de puntos ciegos en configuraciones articuladas y doblemente articuladas es otro de los requisitos obligatorios que deben cumplir los vehículos.

### **3.2.2 NOM-014-SCT-2-2021**

El objetivo de esta Norma Oficial Mexicana es el de establecer las especificaciones dimensionales y de resistencia estructural de las defensas traseras para vehículos de autotransporte tipo autobús convencional, midibús convencional y camión unitario con peso bruto vehicular de

diseño superior a 4 536 kg.; así como a los remolques y semirremolques con peso bruto vehicular superior a 4 536 kg e inferior a 14 000 kg, [58].

La norma menciona los límites mínimos de resistencia y de absorción de energía que deben tener las defensas traseras de estos vehículos para poder contener a vehículos de menor tamaño y evitar su incrustación en choques por alcance. Estos límites son acordes a lo establecido por la FMVSS (*Federal Motor Vehicle Safety Standard*), por la CMVSS (*Canadian Motor Vehicle Safety Standard*) y por la UNECE.

### **3.2.3 NOM-035-SCT-2-2022**

Esta Norma tiene por objetivo establecer las especificaciones mínimas de seguridad y de operación que deben cumplir los remolques, semirremolques y convertidores nuevos o usados que se incorporen al territorio de los Estados Unidos Mexicanos y es aplicable a los fabricantes e importadores de remolques y/o semirremolques y/o convertidores a partir de su entrada en vigor. Es aplicable a los remolques y semirremolques con peso bruto vehicular de diseño superior a 14 000 kg, así como a los convertidores con peso bruto vehicular de diseño superior a 9000 kg, [59].

La norma define los elementos con que deben estar equipados estas unidades vehiculares y las resistencias mecánicas mínimas, como el caso de los elementos de enganche, ejes y suspensión. La configuración de luces también es incluida en esta norma, establece la obligatoriedad de contar con sistemas antibloqueo de frenos ABS. Se especifican las dimensiones de las defensas traseras y la resistencia mecánica que deben tener para evitar empotramientos.

### **3.2.4 NOM-053-SCT-2-2010**

El objetivo de esta Norma es establecer las características y especificaciones técnicas y de seguridad de los equipos para los vehículos tipo grúa para arrastre, y arrastre y salvamento, y su equipamiento. Es de aplicación para los vehículos tipo grúa que prestan el servicio de arrastre, arrastre y salvamento y su equipamiento, usados, nuevos o que ingresen por primera vez a los servicios de arrastre, y arrastre y salvamento, [60].

Más allá de la clasificación de los diferentes tipos de unidades de arrastre y salvamento y la definición del equipamiento requerido para llevar a cabo estas acciones, la norma solo hace referencia a la obligatoriedad de un sistema auxiliar de frenos que opere de forma independiente al uso de balatas, como sistema de seguridad activa.

### **3.2.5 NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999**

Esta Norma establece las características y especificaciones técnicas y de seguridad mínimas necesarias que debe cumplir el midibús nuevo con capacidad de 16 a 30 pasajeros, que prestan servicios de autotransporte económico y mixto, en caminos de jurisdicción federal, dentro de los Estados Unidos Mexicanos, [61].

Entre las especificaciones enunciadas en esta norma, se encuentran lo referente al tren motriz, la carrocería, sistema de iluminación, tipos de llantas, entre otros. Con respecto al apartado de seguridad activa o pasiva, hace mención solamente del sistema de frenos que debe ser de accionamiento neumático y se debe contar con un sistema de frenado auxiliar que cumpla con las características ahí enunciadas.

### **3.2.6 NOM-068-SCT-2-2014**

Su objetivo es establecer las especificaciones físico mecánicas de los vehículos, para garantizar su circulación con seguridad en las carreteras y de los demás usuarios de éstas, que prestan los servicios de autotransporte federal de pasajeros, turismo y carga, sus servicios auxiliares y transporte privado, en vías generales de comunicación de jurisdicción federal dentro de los Estados Unidos Mexicanos, [62].

La norma define las condiciones físico-mecánicas que deben cumplir los diferentes sistemas y componentes que conforman a los vehículos sujetos a ella, requisitos necesarios para obtener una constancia o dictamen aprobatorio anual. Sin embargo, no hace mención a la obligatoriedad de la incorporación de algún sistema de seguridad, ya sea activa o pasiva.

## **3.3 Regulación para los conductores de vehículos de autotransporte**

Dado que el origen de la mayoría de los hechos de tránsito tiene que ver con los conductores de los vehículos, resulta primordial contar con normas encaminadas a contar con operadores capacitados, más aún en el caso del autotransporte de carga. Razón por la cual, dentro del marco normativo nacional se contempla la capacidad de los conductores de los vehículos para desempeñar de forma adecuada y segura su trabajo, en términos de los requerimientos para la obtención de licencias de conducir y la regulación de los tiempos de conducción y de descanso que deben cubrir.

### 3.3.1 Licencia de conducir

Uno de los principales requerimientos que deben cumplir los conductores del autotransporte a nivel federal, es la obtención de la licencia de conducir, como se estipula en el Capítulo Decimo, Artículo 88 del Reglamento de Autotransporte Federal y Servicios Auxiliares, el cual dice “*Los conductores de vehículos destinados a los servicios de autotransporte federal y al transporte privado en los términos del artículo 36 de la Ley, deberán obtener y en su caso, renovar la licencia federal de conductor que expida la Secretaría*”, [63].

La Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT), a través de la Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF), es la encargada de expedir las licencias de conducir para este segmento de conductores. Existen seis categorías de licencias federales para el autotransporte de acuerdo a la clasificación del vehículo a conducir. Además, se tienen en modalidad nacional e internacional, [64].

- **Categoría "A"**. Autoriza a conducir vehículos destinados para la prestación del servicio de autotransporte federal de pasajeros, para el transporte privado de personas, excepto en la modalidad de transporte de o hacia puertos marítimos y aeropuertos federales y turismo en la modalidad de chofer-guía.
- **Categoría "B"**. Autoriza a conducir vehículos del servicio de autotransporte federal de carga, y transporte privado de carga, en sus diferentes modalidades, excepto los doblemente articulados, así como los que transportan materiales, residuos, remanentes y desechos peligrosos.
- **Categoría "C"**. Autoriza a conducir vehículos de dos o tres ejes (rabón o torton) del servicio de autotransporte federal de carga en sus diferentes modalidades, y para el transporte privado de carga en sus diferentes modalidades, excepto los que transportan materiales, residuos, remanentes y desechos peligrosos.
- **Categoría "D"**. Autoriza a conducir vehículos del servicio de autotransporte federal de turismo en su modalidad de chofer-guía.
- **Categoría "E"**. Autoriza a conducir vehículos del servicio de autotransporte federal de carga, y transporte privado de carga general y especializada con materiales o residuos peligrosos.
- **Categoría "F"**. Autoriza a conducir vehículos del servicio de autotransporte federal de pasajeros de o hacia puertos marítimos y aeropuertos federales.

Las licencias se otorgan por diez años y deben renovarse cada dos años. Entre los requisitos para su obtención resaltan la constancia de aptitud psicofísica con vigencia máxima de 90 días naturales a partir de su

expedición, y constancia de capacitación vigente que corresponda a la categoría solicitada. Ambas constancias son emitidas por centros autorizados por la DGAF. En el caso de la capacitación, se lleva a cabo tomando como base los Programas Integrales de Capacitación, los cuales están disponibles para cada categoría de licencia y, si es obtención por primera vez o renovación. Estos programas constan de teoría y práctica, esta última se puede llevar a cabo con vehículos reales o mediante el uso de simuladores, [65].

### **3.3.2 Tiempos de conducción y descanso**

Un aspecto de suma importancia es el asegurar que los conductores realicen su función bajo condiciones adecuadas de descanso, evitando la conducción por periodos prolongados de tiempo. En ese sentido, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) elaboró el Convenio sobre las horas de trabajo y el descanso (transporte de carretera, 1939. Este convenio se llevó a cabo durante la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo en Ginebra, Suiza, en él se estableció la reglamentación de las horas de trabajo y descanso de los conductores profesionales. La revisión de este convenio realizada en junio de 1979 dio lugar al Convenio sobre duración del trabajo y periodos de descanso (transporte por carretera), 1979 (núm. 153), algunos de los puntos a resaltar que se establecen en este convenio son: el Artículo 5 establece que ningún conductor deberá conducir ininterrumpidamente por más de cuatro horas sin descanso, aunque faculta a los países a extender este periodo por una hora máximo. En el Artículo 6 define que no se deberán exceder nueve horas de conducción por día ni de 48 horas por semana. El artículo 8 define un descanso de por lo menos 10 horas consecutivas por cada 24 horas, [66]. Cabe mencionar que México firmo la ratificación de este convenio el 10 de febrero de 1982, [67].

Considerando como referencia al convenio 153, entre otros documentos, se elaboró la Norma NOM-087-SCT-2-2017 que establece los tiempos de conducción y pausas para los conductores del autotransporte con el fin de reducir la incidencia de accidentabilidad. Es de observancia obligatoria para el Servicio del Autotransporte Federal y sus servicios auxiliares en todas sus modalidades, que transitan en caminos y puentes de jurisdicción federal en la República Mexicana, así como en el transporte privado, [68].

La norma define que todo conductor debe realizar una pausa de 30 minutos cuando:

- Ha conducido hasta cinco horas continuas

- Esta pausa podrá distribuirse durante un lapso de cinco horas y media de acuerdo a las condiciones de la ruta.

Los periodos de pausa, en ningún caso podrán ser acumulables.

Durante todo el tiempo de conducción, el conductor debe portar la Bitácora de Horas de Servicio y exhibirla a la autoridad competente cuando le sea requerida; la cual debe ser de uso personal e intransferible. El registro de los datos de la bitácora se realizará en formatos impresos o electrónicos.

Pueden utilizarse los dispositivos tecnológicos disponibles para el registro de los tiempos de conducción y de descanso, tales como el tacógrafo u otras aplicaciones electrónicas.

Se debe considerar un segundo operador cuando:

- El tiempo de trayecto de la ruta exceda las 9 horas.
- En caso de no contar con un segundo conductor, debe respetarse la regla de 30 minutos de descanso cada 5 horas de conducción continua.
- Sólo en servicios directos de pasaje y turismo, cuando el tiempo de trayecto de ruta sea mayor a 5 pero menor a 7 horas, el conductor podrá omitir la pausa de 30 minutos, teniendo posteriormente una pausa de descanso mínima de 4 horas continuas.

Se deben organizar las rutas considerando lo siguiente:

- En rutas que impliquen una conducción máxima de 14 horas, el conductor debe tener una pausa no menor a 8 horas continuas, sin que esto sustituya los descansos de 30 minutos.
- El tiempo máximo de conducción en 24 horas nunca podrá exceder las 14 horas.

### **3.4 Ley General de Movilidad y Seguridad Vial**

El 17 de mayo de 2022 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV), [69]. Esta Ley busca garantizar el Derecho a la Movilidad y el tránsito seguro de todos los usuarios de las vías públicas, jerarquizando la movilidad y los criterios de accesibilidad, a partir de la coordinación de los esfuerzos federales, estatales y municipales. Establece la creación del Sistema Nacional de Movilidad y Seguridad Vial (SNMSV) en un plazo de 180 días posteriores a la publicación de la Ley, así como la emisión de la Estrategia Nacional, que

definirá las bases para el desarrollo de la movilidad y la seguridad vial del país, en el corto, mediano y largo plazo.

La LGMSV define criterios sobre los cuales se deberán alinear los reglamentos de movilidad de los tres niveles de gobierno. En estos criterios se mencionan aspectos importantes sobre la operación de los vehículos y los requisitos que deberán cumplir, como son las medidas de tránsito y la necesidad de establecer estándares para los vehículos nuevos. A continuación, se describen los artículos de la Ley involucrados en lo anterior y que deberán ser cubiertos también por los vehículos de autotransporte.

### **3.4.1 Medidas mínimas de tránsito**

En el artículo 49 se enlistan las medidas mínimas de tránsito que deberán incluir las tres órdenes de gobierno en sus reglamentos, así como encargarse de su aplicación y supervisión.

1. Los conductores deberán contar con licencia de conducir vigente acorde al tipo de vehículo.
2. Preferencia de paso al peatón en el cruce de vías públicas.
3. Establecimiento de límites de velocidad:
  - 30 km/h en calles secundarias y calles terciarias.
  - 50 km/h en avenidas primarias sin acceso controlado.
  - 80 km/h en carriles centrales de avenidas de acceso controlado.
  - 80 km/h en carreteras estatales fuera de zonas urbanas; 50 km/h dentro de zonas urbanas.
  - 110 km/h para automóviles, 95 km/h para autobuses y 80 km/h para transporte de bienes y mercancías en carreteras y autopistas de jurisdicción federal.
4. Uso obligatorio del cinturón de seguridad de todos los ocupantes de los vehículos.
5. Uso de tecnologías como medio auxiliar para la prevención y captación de infracciones.
6. Uso de sistemas de retención infantil en los asientos traseros para menores de doce años o cualquier persona que lo requiera.
7. Uso de sistemas de sujeción para sillas de ruedas en el transporte público.
8. Que todos los vehículos motorizados cuenten con los estándares establecidos en la Norma Oficial Mexicana aplicable.
9. Uso obligatorio de casco para los usuarios de motocicletas que cumpla con la NOM aplicable.
10. Prohibición del uso de teléfonos celulares o cualquier otro dispositivo electrónico de comunicación.

11. Uso de sujetadores que faciliten la manipulación en el caso de que sea necesario la utilización de dispositivos electrónicos o de comunicación.
12. Obligación de la entidades federativas y municipios de la realización de pruebas de alcoholemia de manera permanente.
13. Supervisión de pesos y dimensiones de todos los vehículos motorizados en todas sus modalidades acorde con las Normas NOM y demás leyes aplicables.
14. Medidas para la prevención y mitigación de factores de riesgo.

### **3.4.2 Estándares de vehículos nuevos**

El artículo 54 referente a los estándares que deben cumplir los vehículos nuevos menciona que estos vehículos que se comercialicen en territorio nacional deberán cumplir con los dispositivos, sistemas y estándares de seguridad que se establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. La regulación técnica que para tal efecto se emita, deberá contener las especificaciones relativas a los dispositivos, sistemas y estándares de seguridad que se deberán incorporar en los vehículos nuevos, la cual deberá establecerse de acuerdo con los estándares, recomendaciones y mejores prácticas internacionales.

La autoridad competente promoverá que en las Normas Oficiales Mexicanas se incluyan mecanismos para garantizar la seguridad de las personas usuarias de las vías, enfatizando en la seguridad de quienes son más vulnerables y deberá tomar en cuenta los principios establecidos en esta Ley, así como los acuerdos y experiencias internacionales relativos a la seguridad de los vehículos.

La actualización de los dispositivos, sistemas y estándares de seguridad en los vehículos nuevos que se comercialicen en territorio mexicano se regirán de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, con el fin de responder a los avances tecnológicos en seguridad vehicular que demuestren salvar vidas y reducir lesiones graves a nivel internacional.

Las autoridades competentes, en coordinación con la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, deberán establecer un sistema de evaluación de vehículos nuevos, independiente de fabricantes y concesionarios.

Las autoridades federales y de las entidades federativas, en el ámbito de sus competencias, deberán verificar la seguridad de los vehículos nuevos y en circulación, de acuerdo con las disposiciones normativas vigentes y aplicables.



## 4. Regulación Internacional del autotransporte de carga

---

A nivel internacional se pueden identificar regiones o países que, por su importancia estratégica, comercial o su filosofía innovadora y vanguardista, tienen influencia sobre aspectos diversos en el resto del mundo. Planes y acciones para incrementar la seguridad en las carreteras y caminos no han sido la excepción; regulaciones sobre el transporte carretero en esos países sirven de base para que otros establezcan sus propias legislaciones.

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales regulaciones que se aplican en Estados Unidos y en la Unión Europea, que coadyuvan al incremento de la seguridad al introducir equipamiento de seguridad obligatorio para los vehículos de carga pesada.

### 4.1 Regulación de los Estados Unidos de América

En los Estados Unidos las políticas públicas a nivel federal que involucran al sector transporte son establecidas por el Departamento de Transporte (USDOT, por sus siglas en inglés). Su misión es “brindar un sistema de transporte líder en el mundo, sirviendo al pueblo y la economía estadounidenses a través del movimiento seguro, eficiente, sostenible y equitativo de personas y bienes”, [70].

El Departamento de Transporte está constituido por diversas agencias encargadas de regular los diferentes ámbitos relacionados con el transporte, entre las que están: la Administración Federal de Aviación (FAA), la Administración Federal de Carreteras (FHWA), la Administración Federal de Trenes (FRA) y la Administración Marítima (MARAD). La regulación del autotransporte de carga es competencia de la Administración Federal de Seguridad en el Transporte (FMCSA), aunque deben cumplir con algunos reglamentos emitidos por la Administración Nacional de la Seguridad del Tránsito por Carreteras (NHTSA), y otros más de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA).

La organización de la reglamentación del ámbito Federal en los Estados Unidos es a través del Código de Reglamentos Federales, CFR (*Code of*

*Federal Regulations*). El CFR está compuesto por 50 títulos que abarcan todos los ámbitos de la administración federal, cada título se divide por capítulos con el nombre del organismo que lo publica. En el caso de la reglamentación federal del transporte está contenida en el Título 49 Transporte, [71]. Para la certificación del cumplimiento de la normativa, se emplea el esquema de “autocertificación” en el cual el fabricante certifica dicho cumplimiento y la autoridad lleva a cabo verificaciones de forma aleatoria una vez que se ha comercializado.

### **4.1.1 Administración Nacional de la Seguridad del Tránsito por Carreteras (NHTSA)**

Fundada en 1970, esta agencia tiene como misión “salvar vidas, prevenir lesiones y reducir los accidentes de tránsito”. Promueve la fabricación de vehículos más seguros y realiza, entre otras cosas, pruebas para calificar el nivel de seguridad que ofrecen a los ocupantes otorgando estrellas dependiendo de la calificación obtenida, [15]. Las regulaciones emitidas por la NHTSA están plasmadas en el Título 49, Subtítulo B, Capítulo V del Código Federal de Regulaciones (CFR).

La NHTSA es la encargada de emitir y vigilar el cumplimiento de los Estándares Federales de Seguridad de los Vehículos Motorizados (FMVSS), en los cuales se establecen los requerimientos de seguridad mínimos que deben cumplir los vehículos motorizados. Canadá cuenta con un sistema análogo de regulaciones conocido como Estándares de Seguridad de Vehículos Motorizados de Canadá (CMVSS) que en esencia son similares a los FMVSS, [72].

Los FMVSS están divididos en tres categorías: prevención de choques, resistencia a los choques y sobrevivencia posterior al choque, [73].

Los estándares de prevención de choques abarcan temas como:

- Controles y pantallas en el vehículo
- Sistema de transmisión
- Descongelación de parabrisas, limpiaparabrisas, sistemas de desempañado y sistemas de lavado
- Sistemas de frenos (sistemas de frenos de aire, frenos de motocicleta, sistemas de frenos eléctricos)
- Lámparas y dispositivos reflectantes (espejos retrovisores, espejos laterales)
- Neumáticos y llantas (selección de neumáticos, sistemas de control de la presión de los neumáticos)
- Dispositivos de advertencia
- Protección anti-robo

- Sistema de cierre de cofre
- Sistemas de control del acelerador
- Sistemas de ventanas, mamparas y paneles de techo accionados eléctricamente
- Control electrónico de estabilidad

Los estándares de resistencia a los choques incluyen:

- Protección en choques para ocupantes contra impactos interiores
- Reposacabezas
- Cerraduras de puertas y retención de puertas
- Sistemas de control de dirección
- Protección contra impactos (protección contra impactos laterales, bolsas de aire, protección contra impactos traseros)
- Sistemas de asientos
- Conjuntos y anclajes de cinturones de seguridad
- Montaje de parabrisas, materiales de acristalamiento, intrusión en la zona del parabrisas
- Sistemas de retención infantil
- Resistencia al aplastamiento del techo
- Protecciones para autobuses y autobuses escolares (protección contra vuelcos, resistencia de las articulaciones del cuerpo)
- Los estándares de sobrevivencia posterior al choque incluyen:
- Integridad del sistema de combustible
- Inflamabilidad de los materiales interiores.
- Integridad del contenedor de combustible de gas natural comprimido
- Vehículos eléctricos

#### **4.1.2 Administración Federal de Seguridad en el Autotransporte (FMCSA)**

Esta agencia se estableció en el año 2000 y forma parte de la Administración Federal de Carreteras, tiene como primera encomienda prevenir muertes y lesiones relacionadas con vehículos comerciales. Sus actividades contribuyen a garantizar la seguridad en las operaciones de autotransporte a través de una estricta aplicación de las normas de seguridad; mejorar los sistemas de información de seguridad y las tecnologías de los vehículos comerciales; fortalecer los estándares operativos y de equipos de vehículos comerciales; y aumentar la conciencia de seguridad, [74].

La FMCSA emite y vigila el cumplimiento de las Regulaciones Federales de Seguridad en el Autotransporte (FMCSR) que aplican a los vehículos cuyo peso bruto vehicular sea igual o mayor a 4537 kg (10001 lb), vehículos

diseñados para transportar 9 pasajeros o más, incluyendo al conductor y vehículos de cualquier tamaño diseñados para el transporte de materiales peligrosos, [75]. Las regulaciones emitidas por la FMCSA se agrupan en tres pilares: Las empresas transportistas, la seguridad de los vehículos y los conductores. Cabe mencionar que las regulaciones emitidas por la FMCSA están plasmadas en el Título 49, Subtítulo B, Capítulo III del Código Federal de Regulaciones (CFR).

### **Empresas transportistas**

La FMCSA realiza auditorías de seguridad a las nuevas empresas de transporte para verificar su conocimiento y aplicación de los estándares federales de seguridad. Inicialmente, estas auditorías se llevaban a cabo en un plazo de 18 meses desde el inicio de las operaciones, posteriormente en el 2015 se estableció una reducción en el plazo a 12 meses.

### **Seguridad de los vehículos**

Con respecto a los vehículos, la FMCSA establece límites para el peso y las dimensiones que pueden tener. En el caso del peso, el máximo por eje sencillo es de 20000 lb, 34000 lb por tándem de ejes y 80000 lb como máximo peso bruto vehicular. De igual manera, la longitud máxima para los semirremolques jalados por un tractocamión va de 28 a 33 pies.

En cuanto al equipamiento de seguridad, los vehículos deben contar con dispositivos anti-empotramiento en la parte posterior para evitar o reducir las lesiones de los ocupantes de vehículos ligeros que se impactan por alcance. El control electrónico de estabilidad con control de tracción y asistencia al frenado, también es un requisito obligatorio para todos los vehículos de más de 26000 lb fabricados después de agosto del 2017. Estos mismos vehículos deben contar con limitadores de velocidad que ayuden a reducir las probabilidades de la ocurrencia de accidentes. Tanto el control electrónico de estabilidad como los limitadores de velocidad, son requisitos establecidos en los FMVSS de la NHTSA, [76].

Otros elementos que deben equipar los vehículos son:

- Espejos retrovisores adecuados que eliminen los puntos ciegos del conductor
- Cintas reflejantes adecuadas
- Llantas adecuadas y en buenas condiciones
- Equipo de emergencia
- Las restricciones necesarias para asegurar adecuadamente la carga

## Conductores

Las regulaciones referentes a los conductores se centran en aspectos como la expedición de licencias de conducir y se establece la necesidad de contar con la adecuada capacitación y las condiciones físicas óptimas, principalmente para quienes pretenden obtener una licencia por primera vez. Otro punto importante es el tiempo que se conduce, actualmente, los conductores de vehículos pesados están limitados a conducir no más de 11 horas en un período de 24 horas, y no pueden estar de servicio (trabajando, pero sin conducir) por más de 14 horas en un período de 24 horas, cada 8 horas de conducción continua deben descansar por 30 minutos. En el transcurso de una semana, un conductor no puede conducir por más de 60 horas (o más de 70 horas durante ocho días consecutivos), a menos que el conductor tome un descanso de 34 horas del trabajo durante el período de siete u ocho días, en cuyo caso pueden “reiniciar” el ciclo de trabajo (esto se conoce como la disposición de “reinicio de 34 horas”), [77]. Para tener un adecuado registro de las horas de conducción y de descanso, desde diciembre de 2017 los vehículos deben estar equipados con un dispositivo de registro electrónico (ELD, por sus siglas en inglés).

La regulación establece controles más estrictos y penalidades más severas para los conductores de vehículos pesados que para el resto de conductores, respecto al consumo de alcohol y otras drogas, así como por el uso de distractores como celulares o tabletas electrónicas, durante la conducción.

## 4.2 Regulación de la Unión Europea

La Unión Europea (UE) está conformada por 27 de los países del continente europeo. Constituye una asociación económica y política en la cual sus miembros han delegado parte de su soberanía en instituciones comunes para tomar decisiones sobre asuntos comunes de forma democrática, [78].

Las reglas que rigen esta asociación se plasman en tratados que son acuerdos vinculantes entre los países miembros. Los principios y objetivos de los tratados se componen por reglamentos, directivas y decisiones, [79].

- **Reglamentos:** Son actos legislativos vinculantes, que deben aplicarse en toda la Unión desde el momento de su publicación.
- **Directivas:** Son actos legislativos en los cuales se establecen objetivos que todos los países de la UE deben cumplir, pero corresponde a cada país elaborar sus propias leyes sobre cómo

alcanzar esos objetivos; es decir, deben ser adoptados por la legislación de cada país.

- **Decisiones:** Son vinculantes para los destinatarios concretos a los que se dirigen (un país de la UE o una empresa concreta) y son directamente aplicables.

A través de los años la Unión Europea se ha caracterizado por estar a la vanguardia en diversos aspectos, entre los que menciona la cultura, el deporte, la economía y la ciencia. El tema de la seguridad vial no es la excepción, ya que han sido los pioneros en la implementación de regulaciones y estrategias para reducir el número y la severidad de los accidentes de tránsito. Por tanto, no es casualidad que en términos generales presenten bajos niveles de siniestralidad. Incluso antes de que las Naciones Unidas lanzaran el Decenio de Acción para la Seguridad Vial en el 2010, la Unión Europea ya había puesto en marcha varios programas similares, con la visión de reducir a la mitad el número de víctimas mortales. Actualmente, se tiene la visión cero muertes para lograrse en el año 2050, [79].

Para lograr los objetivos en seguridad vial, la hoja de ruta plantea los siguientes objetivos, [79]:

- Mejora en la educación y formación de los usuarios de las carreteras
- Mayor cumplimiento de las normas de circulación
- Mayor seguridad de las infraestructuras carreteras y de los vehículos
- Promoción del uso de los sistemas de transporte inteligentes
- Mejora de los servicios de emergencia y atención a los heridos,
- Protección de los usuarios más vulnerables, como los peatones y los ciclistas

Con respecto al transporte de carga por carretera, la UE ha establecido una serie de regulaciones que han ido evolucionando con el paso del tiempo en aras de la mejora de este sector, y en el caso de los requerimientos de seguridad de los vehículos, éstos son cada vez más exigentes al anexas los nuevos desarrollos tecnológicos que se van generando. Esta regulación abarca los aspectos involucrados en el sistema de transporte, como son, los conductores, los vehículos y la infraestructura. Cabe mencionar que el esquema de certificación u homologación utilizado por la UE se denomina “por tipo”, en la cual los fabricantes están obligados a comprobar el cumplimiento de sus obligaciones normativas con base en informes o certificados emitidos por terceros, antes de poder comercializar sus productos.

## 4.2.1 Conductores

La legislación de la UE considera que los conductores de vehículos comerciales deben contar con un permiso de conducción unificado para todos los países miembros, lo cual quedó estipulado en la Directiva 91/439/CEE del 29 de julio de 1991. En esta Directiva se plasmó, además, las exigencias mínimas de salud y capacitación. Posteriormente, en la Directiva 96/47/CE, del 23 de julio de 1996, se definió un formato alternativo en forma de tarjeta de crédito y en el 2006 la Directiva 2006/126/CE estableció que todos los permisos expedidos a partir del 19 de enero de 2013 deberían estar en este formato. En febrero de 2017 se publicó una propuesta que, a la postre, se convertiría en la Directiva (UE) 2018/645 del Parlamento y del Consejo por la que se modifican la Directiva 2003/59/CE. Ésta es relativa a la cualificación inicial y la formación continua de los conductores de determinados vehículos destinados al transporte de mercancías o de viajeros por carretera.

Adicionalmente, los conductores deben contar con un certificado que avala que ha sido contratado legalmente por un operador de transporte de la Unión en el Estado miembro en el que esté establecido el operador para el transporte de mercancías por carretera entre Estados miembros, [80].

En relación al tiempo de trabajo, conducción y descanso de los conductores comerciales, el Reglamento (CE) no.561/2006 establece las siguientes condiciones:

- tiempo diario máximo de conducción de 9 horas, que podrá ampliarse como máximo hasta 10 horas no más de 2 veces a la semana;
- tiempo semanal máximo de conducción de 56 horas;
- tiempo acumulado máximo de conducción de 90 horas durante 2 semanas consecutivas;
- que, tras un período de conducción de 4,5 horas, el conductor debe hacer una pausa ininterrumpida de al menos 45 minutos, a menos que tome un período de descanso;
- descanso diario mínimo de 11 horas, que se pueden reducir a 9 horas no más de 3 veces entre cualesquiera 2 períodos de descanso semanal;
- período de descanso semanal regular de 45 horas como mínimo y un período de descanso semanal reducido de 24 horas como mínimo.
- Las empresas de transporte deben organizar el trabajo de los conductores, de modo que les permita regresar al centro de operaciones del empleador donde los conductores tienen su base

habitual en el Estado miembro, o al lugar de residencia de los conductores, y pasar al menos un período de descanso semanal regular (o un período de descanso semanal de más de 45 horas como compensación por un período de descanso semanal reducido) por cada período de 4 semanas consecutivas.

- Los conductores han de poder disfrutar de su descanso semanal de 45 horas en un alojamiento adecuado que tenga en cuenta el género y que cuente con instalaciones sanitarias y para dormir adecuadas (es decir, que no sea la cabina del vehículo), cuyo coste será sufragado por la empresa de transporte en calidad de empleador.
- Los períodos de descanso semanal reducidos y regulares de los conductores no deberán interrumpirse más de dos veces por otras actividades que no excedan de una hora en total, cuando estos conductores acompañen a los vehículos que se transportan por transbordador o tren. Esto sólo se aplica a aquellos conductores que tienen acceso a una cabina dormitorio en el transbordador o en el tren y, en el caso del descanso semanal regular, la interrupción solo será posible cuando la duración prevista del viaje sea de ocho horas o más.

Para el cumplimiento de estas condiciones, el Reglamento (CEE)no.3821/85 obligó a la instalación de aparatos de control para el registro de las horas de conducción. Este Reglamento ha sido actualizado en varias ocasiones para incorporar las nuevas tecnologías en cuanto a tacógrafos. El Reglamento (UE)n.º165/2014, establece el uso obligatorio de tacógrafos en vehículos de más de 3.5 ton, así como aquellos que transporten más de 9 pasajeros incluido el conductor. Con base en la evolución de estos dispositivos, este Reglamento obliga al uso de tacógrafos inteligentes a todos los vehículos nuevos a partir del 15 de junio de 2019, [81].

## **4.2.2 Vehículos**

Respecto a los vehículos comerciales, la normativa europea está enfocada en generar un sistema de transporte eficiente, seguro y amigable con el medio ambiente. Con la consideración de la seguridad vial, la legislación se basa, entre otros aspectos, en regular los tipos de vehículos que circulan por las carreteras, sus pesos y dimensiones máximas, las condiciones físico mecánicas y los sistemas de seguridad que deben equipar.

### **Pesos y dimensiones**

La regulación de pesos y dimensiones en Europa se remonta a 1985, pero es hasta 1996 que se publica la Directiva 96/53/CE dimensiones y pesos

máximos autorizados para camiones, autobuses y autocares que intervienen en el tráfico internacional, [82]. En esta directiva se establecieron longitudes máximas de 12 m para vehículo automotor o remolque, 16.5 m para vehículo articulado de 5 o 6 ejes con semirremolque y 18.75 m para tren de carretera. El ancho máximo se fijó en 2.55 m y la altura máxima en 4 m.

El peso máximo autorizado se estableció en 40 ton para vehículos articulados con semirremolque, con excepción de vehículos articulados con contenedor de 12.19 m (40 pies) donde el máximo quedo en 44 ton. Por eje, los pesos máximos son de 10 ton por eje simple y 11.5 para eje motriz. Dada la experiencia de Suecia y Finlandia con el uso de vehículos de mayores dimensiones y pesos en términos medioambientales y de competitividad, muchos otros países han ido permitiendo paulatinamente en sus legislaciones nacionales la circulación de vehículos de 25.25 m de longitud y 60 ton de peso, [83].

### **Revisión de condiciones físico mecánicas**

La Directiva 2014/45/UE, relativa a las inspecciones técnicas periódicas de los vehículos de motor y de sus remolques, la cual deroga la Directiva 2009/40/CE, establece la obligación de mantener todos los vehículos comerciales en buenas condiciones durante su uso, desde el punto de vista de la seguridad y el medio ambiente. Para asegurar lo anterior, se deben realizar inspecciones técnicas periódicas de los vehículos, así como establecer un procedimiento para la matriculación de vehículos que permita la suspensión del permiso de circulación cuando representen un riesgo inmediato para la seguridad vial, [84].

La periodicidad de las inspecciones se define con base en la categoría del vehículo. En general, la primera inspección se realiza cuatro años después de la fecha de matriculación y posteriormente cada dos años. En algunos casos puede exigirse la realización de la inspección fuera de la fecha establecida, como por ejemplo posterior a un accidente, cuando se haya realizado modificaciones o reparaciones en los sistemas de seguridad, entre otras.

Las inspecciones se centran en la revisión de por lo menos los siguientes aspectos:

- Identificación del vehículo
- Dispositivos de frenado
- Dirección
- Visibilidad
- Equipo de alumbrado y componentes del sistema eléctrico

- Ejes, ruedas, neumáticos, suspensión
- Chasis y elementos acoplados al chasis
- Otros equipos
- Emisiones contaminantes
- Inspecciones adicionales para los vehículos de transporte de personas

## **Sistemas de seguridad**

La exigencia de la inclusión de sistemas de seguridad, tanto pasiva como activa, como equipamiento de serie en los vehículos comerciales, de acuerdo a la regulación de la UE ha ido cambiando con el paso del tiempo y se incluyen más requerimientos conforme los nuevos sistemas de seguridad se desarrollan y demuestran su aportación para el incremento de la seguridad vial. A continuación, se presenta una breve cronología de la evolución que se ha dado en la regulación de los sistemas de seguridad que deben portar de serie los vehículos de carga pesada.

Uno de los primeros sistemas en ser requerido es el caso de los sistemas anti-empotramiento traseros, con lo cual se pretende reducir las lesiones en los ocupantes de vehículos ligeros al impactarse por alcance en la parte posterior de un vehículo de carga. Este tipo de accidentes son, desafortunadamente, muy frecuentes. La Directiva 70/221/CEE del 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los depósitos de carburante líquido y los dispositivos de protección trasera de los vehículos a motor y de sus remolques, estableció la obligatoriedad del uso de sistemas anti-empotramiento para todos los vehículos cuya distancia entre el eje trasero y el extremo posterior del vehículo sea mayor a 1 m y la altura con relación al suelo de la parte trasera de bastidor o de los elementos esenciales de la carrocería excediera 70 cm, [85].

Posteriormente, en 1983 se publicó la normativa UNECE-R58, en la cual se establecieron los métodos de ensayo de los dispositivos y se incrementó la resistencia que deben tener las barras traseras para mejorar su desempeño ante los accidentes reales, [86]. En la actualidad la norma vigente es el Reglamento No. 58 UNECE serie 03 de enmiendas del 18 de junio de 2016, [87]. El Reglamento No. 93 UNECE del 27 de febrero de 1994 establece los requisitos para los sistemas anti-empotramiento para la parte delantera de los vehículos, [88].

El Reglamento n.º73 del 31 de marzo de 2004 sobre la uniformidad de disposiciones relativas a la homologación de vehículos para el transporte de mercancías, remolques y semirremolques con respecto a su protección lateral, especifica las condiciones de estos dispositivos para una protección

eficaz a peatones, ciclistas y motociclistas contra el riesgo de accidentes, [89].

La Directiva 2002/85/CE del 5 de noviembre de 2002, que modifica la Directiva 92/6/CEE relativa a la instalación y a la utilización de dispositivos de limitación de velocidad en determinadas categorías de vehículos de motor, establece el requisito del uso de dispositivos limitadores de velocidad para los vehículos comerciales, de modo que la velocidad límite de los vehículos destinados al traslado de personas es de 100 km/h y para los destinados al transporte de carga, incluido aquellos para el transporte de materiales peligrosos la velocidad máxima es de 90 km/h, [90].

La obligatoriedad de la inclusión de cinturones de seguridad para todos los vehículos que circulan por las carreteras de la U.E., incluidos autobuses y vehículos de carga, así como la definición de los sistemas de retención para menores de edad, quedó plasmado en las Directivas 2005/39/CE sobre los asientos, el anclaje de los mismos y apoyacabezas, 2005/40/CE sobre los cinturones de seguridad y los sistemas de retención, y 2005/41/CE sobre los anclajes de los cinturones de seguridad, todas del 7 de septiembre de 2005. Esta medida entro en vigor el 9 de mayo de 2006, [91]

Para la protección de los usuarios de las carreteras mediante la reducción del ángulo muerto de visión de los operadores de vehículos de grandes dimensiones, se emitió la Directiva 2003/97/CE el 10 de noviembre 2003, la cual obligó a que todos los camiones nuevos con autorización para circular por la UE estén equipados con espejos retrovisores suplementarios para la reducción del ángulo muerto, mientras que la Directiva 2007/38/CE del 11 de julio de 2007 indicó que todos los vehículos de carga pesada dispongan de estos espejos complementarios, [79].

Los sistemas antibloqueo de frenos (ABS, por sus siglas en inglés) son obligatorios en los vehículos de carga de Alemania desde 1996 y, para el año 2000, se agregó el requerimiento del control de tracción, mientras que a nivel U.E. esta obligación se estableció en el 2003. Sobre el control de estabilidad, en Alemania se hizo obligatorio en 2012 y en la UE se hizo obligatorio para todos los vehículos nuevos a partir del 1 de noviembre de 2014 y, para el resto de los vehículos, un año después, [92].

La Directiva 96/79/CE del 16 de diciembre de 1996, relativa a la protección de ocupantes de los vehículos de motor en caso de colisión frontal, estableció que a partir de septiembre de 1997 los vehículos ligeros deben contar con sistemas de bolsas de aire (airbags) para conductor y copiloto, mientras que para los camiones aplicó un año después, [93].

A partir del 1 de noviembre de 2015, todos los vehículos de carga y autobuses nuevos vendidos en la UE cuentan con sistemas de aviso de abandono de carril (LDWS, por sus siglas en inglés), y con sistemas de frenado autónomo de emergencia (AEBS, por sus siglas en inglés), [94].

Con el propósito de reducir drásticamente el número de muertes, lesiones graves y accidentes de tránsito en la UE, con referencia especial a los usuarios vulnerables de las vías de comunicación, el 27 de noviembre de 2019 se adoptó el Reglamento General de Seguridad (GSR), para lo cual se estableció la introducción de las últimas tecnologías de seguridad como equipo estándar en los vehículos nuevos. Lo anterior quedó plasmado en el Reglamento 2019/2144/UE relativo a los requisitos de homologación de tipo de los vehículos de motor y de sus remolques, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a esos vehículos, en lo que respecta a su seguridad general y a la protección de los ocupantes de los vehículos y de los usuarios vulnerables de la vía pública, [95].

Para camiones y autobuses, el Reglamento establece como obligatorios los siguientes sistemas a partir del 2022 para homologación de tipo y para todos los vehículos matriculados a partir del 2024:

- **Señal de frenado de emergencia.** Indica a los conductores que circulan atrás del vehículo cuando éste está frenando con una fuerte desaceleración.
- **Interfaz para la instalación de alcoholímetros antiarranque.** Interfaz estandarizada para la colocación de un sistema de detección de alcoholemia, de manera que impida el arranque del vehículo al rebasarse cierto límite establecido.
- **Advertencia de somnolencia y atención del conductor.** El sistema evalúa el estado de alerta del conductor y, de ser necesario, genera señales de alerta.
- **Sistema de monitoreo de presión de las llantas.** El sistema, como su nombre lo indica, monitorea la presión de inflado de las llantas y, en caso de registrar alguna pérdida, manda una señal de alerta
- **Asistente de velocidad inteligente.** Es un sistema diseñado para ayudar al conductor a mantener una velocidad que coincida con las condiciones de la carretera.
- **Sistema de detección de reversa.** El sistema proporciona información al conductor sobre la presencia de personas u objetos en la parte posterior del vehículo, al maniobrar de reversa.
- **Advertencia de colisión con ciclistas y peatones.** El sistema detecta a los ciclistas y peatones que se encuentran cerca del

vehículo y advierten al conductor, para evitar un accidente al momento de dar vuelta o cambiar de dirección.

- **Sistema de información de punto ciego.** El asistente de cambio de carril utiliza señales para alertar al conductor de los usuarios de la vía que se encuentran en su punto ciego.

En el 2024 se adiciona para homologación de tipo el **sistema avanzado de advertencia de distracción del conductor** y en el 2026 para todos los vehículos registrados. Este sistema ayuda al conductor a mantener la concentración en la situación del tránsito. En el mismo 2026 se incluirá el **grabador de eventos de datos** para homologación de tipo y en el 2029 en todos los vehículos registrados. El sistema está diseñado para registrar y almacenar información y parámetros críticos relacionados con accidentes poco antes, durante e inmediatamente después de un impacto. [96].

### 4.3 Otras regulaciones y buenas prácticas

Las normativas generadas, tanto por la Unión Europea como por los Estados Unidos, generalmente son consideradas como referencia por muchos otros países para establecer sus propias regulaciones. Sin embargo, esto no significa que no se produzcan trabajos originales y buenas prácticas en otras regiones o países. En el caso de la seguridad vial de los vehículos de carga pesada se identifican algunos casos que merecen la pena mencionar, por lo que a continuación se describen la Norma de Visión Directa y las Normas Basadas en el Desempeño.

#### 4.3.1 Norma de Visión Directa (DVS2020)

La Norma de visión directa pretende aumentar la seguridad de los usuarios vulnerables de las carreteras y calles de la ciudad de Londres, Inglaterra. Esta norma aplica para todos los vehículos de carga con peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas que pretendan circular por esta ciudad. Se basa en una calificación de Estrellas de Visión que proporcionan los fabricantes de vehículos y que se relacionan con el campo de visión directa sobre otros usuarios de los caminos, que tienen los operadores desde la cabina del vehículo. Esta calificación puede estar entre 0 y 5 estrellas, [97].

A partir del 1 de marzo del 2021, todos los vehículos de carga de más de 12 toneladas que no cuenten con un permiso de seguridad expedido por la agencia de transportes de Londres (*Transport for London, TfL*), quedaron prohibidos en Londres, con una penalización de £550 por día. Para poder obtener el permiso el vehículo debe contar con una calificación mayor de 2 estrellas; en caso contrario, será necesario incluir sistemas de seguridad

adicionales que permitan incrementar esta calificación. Entre los sistemas que se deben adicionar se encuentran los siguientes:

- **Visión de punto ciego para el conductor**, esto se puede cubrir con espejos y cámaras, o solo con cámaras si cumplen ciertas especificaciones. El conductor también necesita un monitor en la cabina de alerta de que alguien está en el área del sensor
- **Altavoces de advertencia**, para informar a los demás usuarios que el vehículo está girando a la izquierda. Deben ser lo suficientemente fuertes para que los peatones y ciclistas los escuchen desde una distancia de 1 metro
- **Barreras de impacto lateral**, siempre que sea posible su instalación
- **Calcomanías de advertencia**, en el costado y la parte trasera del vehículo

Adicionalmente, se recomienda fuertemente que se implementen programas de capacitación continua para todos los operadores que pretendan circular por Londres, [97].

### **4.3.2 Normas Basadas en el Desempeño PBS**

En el 2007, en Australia se implementó lo que denominaron Normas Basadas en el Desempeño (PBS, por sus siglas en inglés) para los vehículos de carga pesada, con el objetivo de lograr armonizar los vehículos correctos con la carga y la carretera adecuadas. De esta manera, los vehículos diseñados bajo estándares de desempeño presentan altos niveles de rendimiento y cumplen con normas estrictas de seguridad para asegurar que se adapten a las carreteras. El beneficio del esquema PBS es una mayor seguridad de los vehículos, una mayor productividad de la carga y menos impactos en la infraestructura vial, [98].

Los PBS establecen cuatro categorías de desempeño y, en función de la categoría alcanzada se tienen las correspondientes redes de carreteras por las cuales están autorizados a circular. Las evaluaciones de la conformidad de los PBS se pueden llevar a cabo desde la fase de diseño del vehículo mediante programas de simulación numérica o con el vehículo real, para lo cual hay ciertos requisitos que deben ser cubiertos en términos de la interacción del vehículo con la carretera, la seguridad del vehículo y sus condiciones de operación. Dependiendo del grado de cumplimiento se establece la calificación obtenida, en un intervalo del I al IV, [99].

## Normas de la infraestructura

Estos requerimientos tienen por objeto asegurar que las cargas transmitidas por los vehículos a las carreteras no sobrepasen sus límites y, con ello, evitar el deterioro prematuro de las mismas. Entre los parámetros a evaluar se encuentran los siguientes:

- **La carga vertical transmitida**, la cual está relacionada con los límites de peso establecidos en la norma respectiva.
- **La fuerza longitudinal**, que se refiere a la carga aplicada por las llantas al generar tracción con el pavimento, otro parámetro a registrar, con lo cual se busca reducir el desgaste de la capa superficial de las carreteras.
- **La distribución de la presión de contacto de la llanta con el camino**, también está regulada con el fin de restringir el desgaste del camino mediante el establecimiento de un ancho mínimo de las llantas de manera que se limite la presión ejercida en la zona de contacto de la llanta y el camino.
- **La protección de sobrecarga en los puentes**, considerada en estas regulaciones para asegurar que no se sobrepasen los límites de carga establecidos para los puentes.

## Normas de seguridad

Estas Normas son requerimientos que deben ser cubiertos por los vehículos y están relacionadas con el desempeño que deben presentar. Entre los parámetros a cumplir están los siguientes:

- **Capacidad de arranque en pendiente**, el propósito principal de esta norma es asegurar la adecuada capacidad de los vehículos para emprender el movimiento en una pendiente ascendente y, aumentar así la seguridad vial. En función del nivel de calificación es el valor de la pendiente que el vehículo puede superar, de manera que para el nivel I la pendiente mínima es del 15 % y para el nivel IV del 5 %.  
Al operar con la carga máxima autorizada, un vehículo que participe en el Esquema debe poder comenzar y mantener un movimiento constante hacia adelante partiendo del reposo en una sección de pavimento con pendiente ascendente específica. El movimiento de retroceso momentáneo (cuesta abajo) al comienzo, asociado con la liberación de los frenos y el acoplamiento del embrague, o similar, es aceptable siempre que se logre y mantenga posteriormente el movimiento de avance cuesta arriba.
- **Capacidad de ascenso en pendiente**, con esta medida se pretende asegurar que los vehículos pueden ascender por una cierta

pendiente a velocidades seguras de operación. Las pendientes a evaluar van del 20 al 8 % y las velocidades que deben mantener de 80 a 60 km/h, en términos del nivel de calificación.

Al operar con la carga máxima autorizada, un vehículo que participe en el Esquema debe poder mantener un movimiento constante hacia adelante en una sección de pavimento con pendiente ascendente específica. Es aceptable un cambio inicial en la velocidad asociado con la transición en la aproximación a la pendiente, siempre que se pueda mantener un movimiento constante hacia adelante en la pendiente.

- **Capacidad de aceleración**, con esto se pretende reducir los riesgos en intersecciones y cruces de ferrocarril, para asegurar que los vehículos tienen una mínima capacidad para acelerar desde el reposo y alcanzar velocidades en determinadas distancias. Cuando opera con la carga máxima autorizada, un vehículo que participe en el Programa debe ser capaz de acelerar desde el reposo y viajar 100 m en una carretera sin pendiente dentro de un tiempo específico. Los niveles de desempeño están acordes al tiempo requerido para cubrir la distancia siendo que para nivel 1 el tiempo es de 20 segundos, para nivel 2 23 segundos, nivel 3 26 segundos y para nivel 4 29 segundos.
- **Disposición para el adelantamiento**, que se refiere a la longitud máxima permitida para los vehículos de carga para permitir el adecuado adelantamiento por parte de los demás vehículos usuarios de las carreteras. Esta longitud se establece con base en el tipo de camino.
- **Habilidad para desplazarse en línea recta**, cuyo objetivo es asegurar que los vehículos permanezcan en su carril al circular a alta velocidad por carreteras rectas con superficies irregulares. Pretende reducir así el riesgo para los demás usuarios de las carreteras. Cuando se opera en condiciones de carga al menos favorables y se viaja a lo largo del camino recto especificado en una sección de pavimento que tiene las características de irregularidad y pendiente transversal especificadas, el ancho de barrido total del vehículo que se evalúa en la prueba no debe ser mayor que el valor especificado, para nivel de desempeño 1 el límite es de 2.9 m, para el nivel 2 es de 3.0 m, para el nivel 3 es de 3.1 m y para el nivel 4 es de 3.3 m.
- **Confort del conductor**, el propósito de esta norma es limitar la vibración que experimenta el conductor, especialmente al circular por carreteras irregulares. El efecto de la vibración en los conductores de vehículos pesados es un problema importante de seguridad vial y salud y seguridad ocupacional para la industria del transporte por carretera. La

exposición a corto plazo a vibraciones de alta intensidad puede tener efectos adversos en los procesos motores y el sistema sensorial (movimientos de las extremidades, detección y respuesta al movimiento, visión y audición) que pueden afectar la capacidad del conductor para controlar el vehículo. Este tipo de vibración también puede provocar lesiones graves. Además, la exposición a largo plazo a vibraciones ocupacionales de todo el cuerpo plantea un riesgo para la salud que puede provocar lesiones crónicas asociadas con la espalda y las regiones abdominales del cuerpo humano.

- **Espacio de barrido a baja velocidad**, que reduce el riesgo al limitar el espacio requerido por los vehículos de carga al virar a baja velocidad.

Cuando se opera el vehículo con la carga máxima autorizada y sin carga, el ancho máximo de la trayectoria de barrido de un vehículo que participa en el Programa en el giro de 90° prescrito, realizado a una velocidad de no más de 5 km/h no debe ser mayor que el valor especificado, para nivel de desempeño 1 el límite es de 7.4 m, para el nivel 2 es de 8.7 m, para el nivel 3 es de 10.6 m y para el nivel 4 es de 13.7 m.

- **Balanceo frontal**, el objetivo principal de esta norma es reducir el riesgo de seguridad al limitar el espacio vial requerido por el vehículo al realizar giros cerrados a baja velocidad.

Cuando se opera el vehículo con la carga máxima autorizada y sin carga, el ancho máximo de la trayectoria de barrido de giro frontal de un vehículo que participa en el Esquema en un giro prescrito de 90° a baja velocidad realizado a la velocidad especificada no debe ser mayor que el valor especificado, para vehículos rígidos no debe exceder de 0.85 m y para autobuses y tractocamiones de 1.5 m.

- **Balanceo parte trasera**, similar al caso anterior.

- **Demanda de fricción en la llanta direccional**, que reduce el riesgo de seguridad al limitar la probabilidad de que un vehículo pierda el control de la dirección al hacer un giro cerrado a baja velocidad.

Cuando se opera con la carga máxima autorizada y sin carga, el nivel máximo de fricción exigido a las llantas de dirección en un giro prescrito de 90° a baja velocidad realizado a la velocidad especificada no debe ser mayor que el valor especificado, el cual no debe ser mayor del 80 % del máximo valor de fricción disponible en la zona de contacto llanta-camino.

- **Umbral de vuelco estático**, esta norma busca reducir el riesgo al limitar la tendencia al vuelco de los vehículos durante giros continuos.

Cuando se opera con la carga máxima autorizada y las condiciones de carga menos favorables, el nivel más alto de aceleración lateral

en estado estable que un vehículo que participa en el Esquema puede soportar sin volcarse no debe ser inferior al valor especificado, para autotranques, vehículos que transportan materiales peligrosos y autobuses el valor mínimo es de 0.40 g, y para el resto de los vehículos es de 0.35 g.

- **Amplificación del coleo**, el objetivo principal de esta norma es reducir el riesgo de seguridad al acotar la respuesta direccional lateral de los vehículos multiarticulados al realizar maniobras a velocidades de autopista sin frenar.

Cuando se opera con la carga máxima autorizada y las condiciones de carga menos favorables, la relación entre el valor máximo de la respuesta de aceleración lateral especificada de la última unidad de la configuración vehicular, a la entrada de aceleración lateral medida en el eje de dirección del vehículo que se está evaluando en la prueba especificada, no debe ser mayor que el valor especificado de 5.7 veces el umbral de vuelco estático de la última unidad de la configuración.

- **Despiste transitorio a alta velocidad**, esta norma limita el balanceo de la parte posterior de los vehículos multiarticulados al realizar maniobras a velocidades de autopista.

Cuando se opera con la carga máxima autorizada y las condiciones de carga menos favorables, el desplazamiento lateral máximo entre un punto especificado en el último eje de la configuración que participa en el Esquema y la tangente de salida en la prueba especificada no debe ser mayor que el valor especificado, este valor depende del nivel de desempeño: para nivel 1 no mayor de 0.6 m, incrementándose 0.2 m para cada uno de los siguientes niveles.

- **Coefficiente de amortiguamiento del coleo**, esta norma exige la atenuación de las oscilaciones de balanceo de los vehículos unitarios o entre los remolques de los vehículos multiarticulados, para incrementar la seguridad de los demás usuarios de las carreteras.

Cuando se opera a la carga máxima autorizada y las condiciones de carga menos favorables, la velocidad máxima a la que decaen las oscilaciones con respecto al eje vertical en la prueba especificada, no debe ser inferior al valor especificado de 0.15.

- **Calidad de la manejabilidad (subviraje/sobreviraje)**, esta norma pretende asegurar el adecuado control direccional de los vehículos sobre un amplio intervalo de condiciones de viraje.

Por razones de practicidad y seguridad, un vehículo pesado debe ser lo suficientemente controlable y estable para seguir el camino deseado en respuesta a la dirección. La calidad de manejo, expresada en términos del coeficiente de “subviraje/sobreviraje”, se

refiere a la capacidad de respuesta y la “sensación” del vehículo al control de la dirección del conductor.

- **Estabilidad direccional durante el frenado**, esta norma busca disminuir el riesgo de inestabilidades de los vehículos al frenar en curvas o en pavimentos con pendientes laterales.

La capacidad de un vehículo para mantener el control y permanecer dentro de su carril durante un frenado brusco es una consideración de seguridad clave en todas las tareas de transporte por carretera y en todas las áreas de operación de vehículos pesados: urbanos, regionales y remotos. Los vuelcos o la pérdida de control presentan altos riesgos de seguridad para el conductor y para otros usuarios de la carretera, lo que puede provocar lesiones y muertes.

Frenar bruscamente en un giro es una maniobra desafiante que somete al vehículo a una combinación compleja de aceleración longitudinal y lateral que exige mucho tanto de la habilidad del conductor como del rendimiento del vehículo. Un alto nivel de estabilidad reduce la probabilidad de un choque y, por lo tanto, es deseable, particularmente en entornos donde los volúmenes de tráfico y/o las velocidades de viaje son altos, y la probabilidad de que un choque tenga un resultado grave es grande.



## Conclusiones

---

Debido a las graves consecuencias que generan los siniestros viales en términos de muertes, lesiones y daños materiales, resulta indudable la imperiosa necesidad de fortalecer los esfuerzos por mejorar las condiciones de la seguridad vial a nivel mundial. Lo anterior cobra mayor relevancia en países de ingresos bajos y medios, quienes presentan las estadísticas más altas de fatalidades.

De acuerdo a los programas que han mostrado éxito en la reducción de percances viales, implementados principalmente por los países desarrollados, es posible identificar algunos aspectos relevantes. Entre éstos se destacan el compromiso por impartir educación vial para todos los usuarios de la infraestructura vial, la capacitación de los conductores de vehículos de carretera, mayores exigencias para el otorgamiento de las licencias de conducir, así también la aplicación de controles más estrictos para evitar la conducción bajo los influjos del alcohol o drogas y el uso de distractores (como los celulares). Es también importante la mejora de la seguridad que ofrecen los vehículos a los ocupantes y a los usuarios vulnerables mediante la obligación del equipamiento de serie de los sistemas de seguridad más avanzados, como lo es el diseño y construcción de infraestructuras que armonicen la convivencia de todos los usuarios de las carreteras y la mejora de la respuesta de los servicios de emergencia para atender los siniestros.

El transporte de carga pesada por carretera requiere atención especial. Debido a las dimensiones y la masa de los vehículos destinados a esta tarea, su capacidad de generar daños al participar en un hecho de tránsito, aun cuando no sean responsables, es mucho mayor que aquella generada por los vehículos ligeros. Esto queda de manifiesto en las estadísticas de accidentes; aunque los vehículos pesados tienen participación en un número menor de siniestros, los promedios de muertes y lesiones es mayor que cuando solamente hay vehículos ligeros involucrados.

Tanto la normativa de Estados Unidos como de la Unión Europea son generalmente tomadas como referencia para la implementación de la regulación en otras regiones del mundo. Respecto al transporte pesado, en ambas normativas se pueden identificar coincidencias sobre los puntos a regular, particularmente sobre aspectos del conductor y de los vehículos.

Referente al conductor, ambos marcos normativos consideran relevante la profesionalización de los conductores a través de la capacitación continua para el otorgamiento de los permisos de conducción, así como vigilar las condiciones adecuadas de salud, tanto física como mental, para realizar de manera correcta su trabajo. Otro punto importante es la regulación del tiempo de conducción y descanso de los operadores, que imponen el uso de dispositivos electrónicos en el vehículo para el registro de las horas de conducción.

Concerniente a los vehículos, ambos marcos normativos establecen límites en el peso y las dimensiones de los vehículos para circular, particularizando en determinadas diferencias para cada región. De igual manera, coinciden en la necesidad de que los vehículos sean sometidos a revisión periódica para verificar las adecuadas condiciones físico mecánicas y disminuir la posibilidad de falla de algún componente que pueda desembocar en un percance.

En cuanto a los dispositivos y sistemas de seguridad en los vehículos, se abordan de manera diferente entre la regulación estadounidense y la europea. Para el caso norteamericano, las autoridades apelan más a la conciencia de los fabricantes por comercializar vehículos equipados con los mejores sistemas de seguridad, así como al conocimiento de los usuarios para adquirir aquellas opciones que proporcionen mayor seguridad; no obstante, requiere de forma obligatoria la inclusión de algunos sistemas, como los dispositivos anti-empotramiento, sistemas antibloqueo de frenos ABS, el control electrónico de estabilidad con control de tracción, cinturones de seguridad y limitadores de velocidad. En Europa, en cambio, la visión es obligar a los fabricantes a incluir los sistemas de seguridad en los vehículos para poder comercializarlos, e ir actualizando estos, conforme se generen los nuevos desarrollos. Ejemplo de ello son las nuevas exigencias de reciente entrada en vigor, las cuales pretenden aprovechar al máximo los sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS, por sus siglas en inglés) en los siguientes años.

Existen otros marcos regulatorios que merecen la pena mencionarse y analizarse a mayor detalle. Uno de ellos es el caso de Australia que, a través de la implementación de las Normas Basadas en Desempeño (PBS), se asegura desde el diseño que los vehículos son adecuados para cada nivel de carga y acordes con las capacidades de la infraestructura carretera por la cual circularán.

Aunque se identifica que las necesidades en México sobre la regulación del transporte aún requieren de un gran esfuerzo, cuenta con algunos elementos orientados a incrementar la seguridad vial. Sobresale la estrategia para la profesionalización de los conductores, para lo cual se

tienen los programas integrales de capacitación, una base requerida para los cursos que se impartan por centros de capacitación autorizados para el otorgamiento de las licencias de conducir a los operadores del autotransporte federal, en ese sentido será importante fortalecer el trabajo conjunto entre los centros de capacitación y la SICT para homogenizar las estrategias de impartición de los cursos, aprovechando la tecnología disponible como es el caso de los simuladores profesionales de vehículos pesados. De igual forma, existe la Norma NOM-087-SCT-2-2017, que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de autotransporte federal, que define el uso de bitácoras, por medios impresos o por dispositivos electrónicos, para el registro de los tiempos de conducción y de descanso. No obstante, aún hay camino por recorrer en estos temas y se mantiene la atención para obtener mejores prácticas y un mejor desempeño del conductor.

Por otro lado, respecto a los vehículos, se cuenta con la Norma NOM-012-SCT-2-2017, que establece los pesos y dimensiones máximos con que pueden circular las diferentes configuraciones vehiculares por las carreteras federales. Además de pesos y dimensiones, la norma incluye otros aspectos que la enriquecen, pero que acusan falta de detalles y especificaciones precisas que podrían favorecer la conducción y operación segura de los vehículos de autotransporte. En ese mismo sentido, es necesario reforzar la verificación de la conformidad de la misma, ya que el volumen de tránsito en carretera es enorme y no se cuenta con suficiente personal ni instalaciones para verificar su cumplimiento. La Norma NOM-068-SCT-2-2014 se refiere a las inspecciones de las condiciones físico-mecánicas de los vehículos de autotransporte que, al igual que el caso anterior, es necesario reforzar la verificación de la conformidad.

Actualmente en México son pocos los requerimientos que deben cumplir los vehículos de autotransporte en términos de la inclusión de sistemas de seguridad activa y pasiva. La normativa vigente enuncia elementos básicos como cinturones de seguridad, dispositivos anti-empotramiento para la parte posterior, sistemas antibloqueo de frenos ABS y, cámaras de frenado de doble acción, ajusta automático de frenos y cintas retroreflejantes. Esta situación representa un atraso normativo de muchos años en comparación con otras regiones del mundo. Como avance en ese sentido, los comités de normalización nacional están en un proceso de preparación de anteproyectos de norma sobre los elementos de seguridad que deben incluirse de serie en vehículos pesados. Es importante que, como resultado de esos trabajos, se incluya con carácter obligatorio la mayor cantidad posible de sistemas, sobre todo aquéllos que han comprobado su eficacia, con la consideración de que el tiempo de implementación no sea demasiado largo para reducir la brecha existente.

Es igualmente importante generar conciencia en los fabricantes de vehículos para que comercialicen en el país aquellos que estén mejor equipados en términos de seguridad. Una revisión somera de fichas técnicas de los vehículos disponibles en México permite observar que, con frecuencia, solamente los modelos de mayor costo (tractocamiones) incluyen de serie sistemas de seguridad como antibloqueo de frenos, control de estabilidad, freno autónomo de emergencia, etc., mientras que en la mayoría de modelos de menor gama este equipamiento está disponible como equipo opcional, incluido el sistema de antibloqueo frenos, con lo cual están incumpliendo con lo estipulado por la NOM-012-SCT-2-2017.

Finalmente, cabe mencionar que, con la entrada en vigor de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, los tres niveles de gobierno se obligan a generar estrategias para asegurar el derecho a una movilidad segura y eficiente. Consecuentemente, es necesario reforzar y mejorar el sistema regulatorio actual. Adicionalmente, los estrechos lazos comerciales con los Estados Unidos y Canadá mediante el T-MEC, hacen necesario la armonización de los marcos regulatorios de los tres países para lograr que el transporte carretero contribuya de forma importante en el crecimiento de las economías.

## Bibliografía

---

1. Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2011). *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020*. [Archivo PDF]. [https://quetanseguroestuauto.org/wp-content/uploads/2021/06/Plan-Mundial\\_Decenio.pdf](https://quetanseguroestuauto.org/wp-content/uploads/2021/06/Plan-Mundial_Decenio.pdf)
2. Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2021) *Un Nuevo Decenio de Acción para la Seguridad Vehicular 2021-2030*. [Archivo PDF]. <https://www.who.int/es/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>
3. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. *Estadística básica 2021*. [Consulta en línea]. <https://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/estadistica/2021/>.
4. U.S. Department of Transportation [DOT]. (2007). *Motor Vehicle Traffic Fatalities, 1900 - 2007*. Washington, DC: Federal Highway Administration. [Archivo PDF]. <https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics/2007/pdf/fi200.pdf>
5. ROSMAT autocares. (2022). *La historia del padre de la seguridad vial*. [Consulta en línea]. <https://www.rosmat.net/la-historia-del-padre-de-la-seguridad-vial/>.
6. Autopistas. (2022). *Seguridad vial, un siglo de evolución*. [Consulta en línea]. <https://www.autopistas.com/blog/seguridad-vial-un-siglo-de-evolucion/>.
7. Aragao, C. (2022). *Licencias de conducir y sus orígenes*. QuéPasa Media Network. [Consulta en línea]. <https://quepasamedia.com/noticias/autos/licencias-de-conducir-y-sus-origenes/>.
8. EcuRed. (2022). *Garrett Augustus Morgan*. [Consulta en línea]. [https://www.ecured.cu/Garrett\\_Augustus\\_Morgan](https://www.ecured.cu/Garrett_Augustus_Morgan).
9. CHERY. (2022). *Conoce la increíble historia de la seguridad vial*. [Consulta en línea]. <https://blog.chery.com.ec/conoce-la-increible-historia-de-la-seguridad-vial>.

10. Arellano, C. (2021). *Cada año 16 mil muertes por accidentes de tránsito: Anasevi*. La Jornada. [Consulta en línea]. <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/11/09/sociedad/cada-ano-16-mil-muertes-por-accidentes-de-transito-en-mexico-anasevi/>
11. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2010). *Seguridad en la operación del transporte de carga carretero*. Boletín FAL, Ed. No. 85 – número 05/2010. ISSN 1020-1017.
12. Cuevas, A., Cadengo, M., Silva, M. y Mendoza, A. (2022). *Anuario estadístico de colisiones en carreteras federales 2021*. Documento Técnico No. 85 IMT. Sanfandila Qro. ISSN 0188-7114.
13. Congreso de la Unión. (2022). *Ley General de Movilidad y Seguridad Vial*. Diario Oficial de la Federación.
14. National Highway Traffic Safety Administration [NHTSA]. (2022). *Cronología del programa de NHTSA de clasificaciones de seguridad de 5 estrellas*. [Consulta en línea]. <https://www.nhtsa.gov/es/clasificaciones>.
15. EuroNCAP. (2022). *Cronología*. [Consulta en línea]. <https://www.euroncap.com/es/euro-ncap/cronolog%C3%ADa/>.
16. TEROSON. (2022). *Presente y futuro de los sistemas de seguridad pasiva*. El blog de los profesionales del taller. [Consulta en línea]. <https://blog.reparacion-vehiculos.es/presente-futuro-sistemas-seguridad-pasiva>.
17. Crivial. (2022). *Vidrio inastillable*. [Consulta en línea]. <https://www.crivial.com.mx/index.php/vidrio-inastillable>.
18. Automotor y ventas. (2022) *¿Cuáles son las funciones reales del parabrisas del coche?* [Consulta en línea]. <https://www.automotoryventas.com/funciones-parabrisas-coche/>
19. El Universal. (2022). *Estos son los tipos de vidrios que usan los autos*. [Consulta en línea]. <https://www.eluniversal.com.mx/autopistas/que-tipo-de-vidrios-tiene-un-auto>.
20. Autocosmos. (2022). *¿Por qué los vidrios del auto no se rompen como los normales?* [Consulta en línea]. <https://noticias.autocosmos.com.ar/2019/12/30/por-que-los-vidrios-del-auto-no-se-rompen-como-los-normales>.

- 
21. Global System. (2022). *Laminados de seguridad para cristales*. [Consulta en línea]. <https://globalsystemca.com/laminados-para-cristales/>
22. Comisión Europea. (2021) *DIRECTIVA 2001/92/CE DE LA COMISIÓN por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 92/22/CEE del Consejo relativa a los cristales de seguridad y a los materiales para acristalamiento de los vehículos de motor y sus remolques y la Directiva 70/156/CEE del Consejo relativa a la homologación de los vehículos de motor y de sus remolques*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas.
23. Secretaria de Salud [SS]. (2022). *El uso correcto del cinturón de seguridad*. [Consulta en línea]. <https://www.gob.mx/salud/articulos/el-uso-correcto-del-cinturon-de-seguridad#:~:text=Todos%20y%20cada%20uno%20de,por%20el%20cuello%20o%20garganta.>
24. Álvarez, S. (2020). *Historia del cinturón de seguridad: el sistema de seguridad más efectivo de la historia*. DiarioMotor. [Consulta en línea]. <https://www.diariomotor.com/reportajes/historia-cinturon-seguridad/>
25. Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2007). *Convención sobre la circulación vial de 1968 y acuerdo europeo que complementa la convención*. Publicación de las Naciones Unidas. Nueva York y Ginebra. ISBN 978-92-1-339041-2.
26. Camós, J. (2018). *Cuando los coches no venían con cinturón de seguridad y te los tenían que montar en la gasolinera*. Motorpasión. [Consulta en línea]. <https://www.motorpasion.com/seguridad/cuando-coches-no-venian-cinturon-seguridad-te-tenian-que-montar-gasolinera>
27. La Jornada. (2007). *El uso del cinturón de seguridad, duda principal entre automovilistas: Ortega*. [Consulta en línea]. <https://www.jornada.com.mx/2007/07/23/index.php?section=capital&article=037n1cap>
28. Endado. (2022). *La historia del cinturón de seguridad y sus tipos*. [Consulta en línea]. <https://www.endado.com/blog/la-historia-del-cinturon-de-seguridad/>
29. Fuso. (2022). *¿Por Qué Es Tan Importante El Cinturón De Seguridad En Los Camiones?* [Consulta en línea].
-

<https://www.fuso.com.pe/blog/importancia-cinturon-seguridad-camiones/>

30. Hernandez, L. (2019). *Clasificación de tipos de cinturón seguridad y su funcionamiento*. Autocosmos. [Consulta en línea]. <https://noticias.autocosmos.com.co/2019/08/01/clasificacion-de-tipos-de-cinturon-seguridad-y-su-funcionamiento>
31. Dieciocho ruedas. (2022). *Mitos en el uso del cinturón de seguridad en los camiones...?* [Consulta en línea]. <http://dieciochoruedas.blogspot.com/2022/05/mitos-en-el-uso-del-cinturon-de.html>
32. Recio, F. (2021). *La historia del airbag: pasado, presente y mucho futuro*. El Motor. [Consulta en línea]. <https://motor.elpais.com/tecnologia/la-historia-del-airbag-pasado-presente-y-mucho-futuro/>
33. Fabela, M. y Blake, C. (2010). *Las bolsas de aire como dispositivos de seguridad pasiva en vehículos*. [Boletín NOTAS num.127, artículo 1]. Instituto Mexicano del Transporte.
34. SemiNuevos. (2022). *Curiosidades de los airbags y su funcionamiento*. [Consulta en línea]. <https://www.seminuevos.com/blog/curiosidades-de-los-airbags-y-su-funcionamiento/>
35. MotorPasion. (2022). *La espectacular forma que tiene un coche para absorber impactos*. [Consulta en línea]. <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-espectacular-forma-que-tiene-un-coche-para-absorber-impactos>
36. Tecnología del automóvil. (2022). *Historia de la carrocería de seguridad pasiva*. [Consulta en línea]. <https://www.tecnologia-automovil.com/articulos/historia-del-automovil/historia-seguridad-pasiva/>
37. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa [CEPE]. (2010). *Reglamento n° 29 — Prescripciones uniformes sobre la homologación de vehículos en lo relativo a la protección de los ocupantes de la cabina de un vehículo comercial*. Diario Oficial de la Unión Europea.
38. López, F. (2015). *Grandes daños en cabinas*. Revista CESVIMAP. [Consulta en línea]. <https://www.revistacesvimap.com/grandes-danos-en-cabinas/>

- 
39. 12 Voltios and Personal CAR. (2022). *Sistemas antiempotramiento, origen y evolución*. [Consulta en línea]. <https://12vpersonalcar.com/art/8950/sistemas-antiempotramiento-origen-y-evolucion>
40. TECNOVECA. (2022). Protectores laterales marca TAKLER. [Consulta en línea]. <http://www.tecnoveca.com/protectores-laterales.html>
41. Areatecnológica. (2022). *Sistema antibloqueo de frenos ABS*. [Consulta en línea]. [https://www.areatecnologia.com/el\\_abs.htm](https://www.areatecnologia.com/el_abs.htm)
42. Redecam. (2022). *Conoce más acerca de los sistemas de frenos ABS, EBD y BA en camiones*. [Consulta en línea]. <https://www.redecam.cl/conoce-mas-acerca-de-los-sistemas-de-frenos-ABS-EBD-y-BA-en-camiones/>
43. Blake, C., Flores, O. y Fabela, M. (2011). *El sistema de control electrónico de estabilidad (ESC) de un vehículo*. [Boletín NOTAS núm. 131, artículo 1]. Instituto Mexicano del Transporte.
44. ABCMotor. (2020). *¿Sabes que el ESP lleva salvando vidas desde hace 25 años?* [Consulta en línea]. [https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-sabes-lleva-salvando-vidas-desde-hace-25-anos-202005220217\\_noticia.html](https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-sabes-lleva-salvando-vidas-desde-hace-25-anos-202005220217_noticia.html)
45. Priegue, F. (2012) *¿Cómo funciona un control electrónico de estabilidad?* Tecmovia. [Consulta en línea]. <https://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/05/22/como-funciona-un-control-electronico-de-estabilidad/>
46. Fidalgo, R. (2020). *TCS. Autocasión*. [Consulta en línea]. <https://www.autocasion.com/diccionario/tcs>
47. Calaza, H. (2016). *Un nuevo retrovisor elimina puntos ciegos sin deformar*. Autocosmos.com. [Consulta en línea]. <http://noticias.autocosmos.com.ar/2012/06/08/un-nuevo-retrovisor-elimina-puntos-ciegos-sin-deformar>
48. Viso, E. (2015). *Que es el Blis?* Circula seguro. [Consulta en línea]. <http://www.circulaseguro.com/que-es-el-blis/>
49. Transporte y Turismo, [TYT]. (2018). *Estos son los puntos ciegos de un tractocamión*. Revista Transportes y Turismo. [Consulta en línea]. <https://www.tyt.com.mx/nota/estos-son-los-puntos-ciegos-de-un-tractocamion>
-

50. Pareja, R. (2018). *Las 8 claves del frenado autónomo de emergencia, premiado como el sistema de seguridad más útil*. Car and Driver. [Consulta en línea]. <https://www.caranddriver.com/es/coches/planeta-motor/a56356/frenado-autonomo-de-emergencia/>
51. Autónomos en ruta. (2022). *Sistemas de seguridad inteligentes desarrollados por Volvo Trucks*. [Consulta en línea]. <https://www.autonomosenruta.com/camiones/volvo/4594-camiones-volvo-sistema-seguridad-inteligente>
52. Transporte carretero. (2022). *Seguridad activa y pasiva en vehículos de carga (4ta. Parte)*. [Consulta en línea]. <https://www.transportecarretero.com.uy/noticias/actualidad/seguridad-activa-y-pasiva-en-vehiculos-de-carga-4ta-parte.html>
53. Wikipedia. (2022). *Retarder (mechanical engineering)*. [Consulta en línea]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Retarder\\_\(mechanical\\_engineering\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Retarder_(mechanical_engineering))
54. Área Mecánica. Ingeniería Mecánica: (2012). *Acoplamientos hidrodinámicos de llenado constante*. [Consulta en línea]. <https://areamecanica.wordpress.com/2012/03/15/ingenieria-mecanica-acoplamientos-hidrodinamicos-de-llenado-constante/>
55. Frenelsa. (2019). *Freno auxiliar libre de fricción*. Presentación técnica. [Archivo PDF]. <https://braher.com.mx/wp-content/uploads/2019/07/FRENOS-ELECTROMAGNETICOS-FRENELSA.pdf>
56. Secretaría de Economía [SE]. (2012). Catálogo Mexicano de Normas. [Consulta en línea]. <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/normalizacion/catalogo-mexicano-de-normas>
57. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2017). *Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2017, Sobre el Peso y Dimensiones Máximas con los que Pueden Circular los Vehículos de Autotransporte que Transitan en las Vías Generales de Comunicación de Jurisdicción Federal*. Diario Oficial de la Federación.
58. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2021). *NORMA Oficial Mexicana NOM-014-SCT-2-2021, Especificaciones técnicas y métodos de prueba de defensas traseras para vehículos con peso*

- 
- bruto vehicular de diseño superior a 4 536 Kg.* Diario Oficial de la Federación.
59. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2022). *NORMA Oficial Mexicana NOM-035-SCT-2-2022, Remolques, semirremolques y convertidores-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.* Diario Oficial de la Federación.
60. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2011). *NORMA Oficial Mexicana NOM-053-SCT-2-2010, Transporte terrestre- Características y especificaciones técnicas y de seguridad de los equipos de las grúas para arrastre, arrastre y salvamento.* Diario Oficial de la Federación.
61. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (1999). *NORMA Oficial Mexicana NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, Transporte terrestre- Servicio de autotransporte económico y mixto-midibús- Características y especificaciones técnicas y de seguridad.* Diario Oficial de la Federación.
62. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. [2015] *NORMA Oficial Mexicana NOM-068-SCT-2-2014, Transporte terrestre-Servicio de autotransporte federal de pasaje, turismo, carga, sus servicios auxiliares y transporte privado- Condiciones físico-mecánica y de seguridad para la operación en vías generales de comunicación de jurisdicción federal.* Diario Oficial de la Federación.
63. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (1994). *REGLAMENTO de Autotransporte Federal y Servicios Auxiliares.* [Archivo PDF]. México: Diario Oficial de la Federación [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4766772&fecha=22/11/1994#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4766772&fecha=22/11/1994#gsc.tab=0)
64. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2022). *Expedición de licencia federal de conductor modalidad internacional.* [Consulta en línea]. <https://www.gob.mx/tramites/ficha/expedicion-de-licencia-federal-de-conductor-modalidad-internacional/SCT1106>
65. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2015). *Programas Integrales de Capacitación 2015.* [Consulta en línea]. <https://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/centros-de-capacitacion/capacitacion-2015/>
-

66. Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2019). *El camino al diálogo social: Compendio de textos de la OIT en el sector del transporte por carretera (1938-2015)*. Spanish compendium: ILO key transport documents. [Archivo pdf]. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---sector/documents/meetingdocument/wcms\\_730888.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/meetingdocument/wcms_730888.pdf)
67. Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS]. (2022). *Convenios Ratificados por México*. [Consulta en línea]. [https://www.stps.gob.mx/01\\_oficina/03\\_cgai/convenios\\_ratificados.htm](https://www.stps.gob.mx/01_oficina/03_cgai/convenios_ratificados.htm)
68. Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2017). *NORMA Oficial Mexicana NOM-087-SCT-2-2017, Que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de autotransporte federal*. Diario Oficial de la Federación.
69. Cámara de Diputados. (2022). *Ley General de Movilidad y Seguridad Vial*. Diario Oficial de la Federación.
70. U.S. Department of Transportation [DOT]. (2022). *Mission*. [Consulta en línea]. <https://www.transportation.gov/>
71. Vázquez, D., Hernández, J., Fabela, M., Flores, O., Sánchez, L. y Cruz, M. (2020). *PROGRAMAS DE EVALUACIÓN DE AUTOS NUEVOS PARA LOGRAR VEHÍCULOS SEGUROS*. Publicación Técnica No. 595. Instituto Mexicano del Transporte. ISSN 0188-7297. [Archivo PDF]. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt595.pdf>
72. Wikipedia. (2022). *Federal Motor Vehicle Safety Standards*. [Consulta en línea]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Federal\\_Motor\\_Vehicle\\_Safety\\_Standards](https://en.wikipedia.org/wiki/Federal_Motor_Vehicle_Safety_Standards)
73. Samsara. (2021). *What are the Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS)?* [Consulta en línea]. <https://www.samsara.com/guides/fmvss/>
74. Federal Motor Carrier Safety Administration [FMCSA]. (2022). [Consulta en línea]. <https://www.fmcsa.dot.gov/>
75. Stazzone, S. (2022). *The Complete Guide to FMCSA, NHTSA & Other Regulations for Truck Manufacturers*. MPC. [Consulta en línea]. <https://www.mpofcinci.com/blog/regulations-for-truck-manufacturers/>

- 
76. National Traffic Highway Safety Administration [NHTSA]. (2022). *Regulations*. [Consulta en línea]. <https://www.nhtsa.gov/laws-regulations/fmvss>
77. Federal Motor Carrier Safety Administration [FMCSA]. (2022). *Resumen de las Regulaciones de Horas de Servicio*. [Consulta en línea]. <https://www.fmcsa.dot.gov/international-programs/mexico/resumen-de-las-regulaciones-de-horas-de-servicio>
78. Comunidad.Madrid. (2022). *¿Qué es la Unión Europea? ¿Cómo funciona? ¿Qué hace?* [Consulta en línea]. <https://www.comunidad.madrid/servicios/madrid-mundo/es-union-europea-funciona-hace>
79. Parlamento Europeo. (2022). *El transporte por carretera: normas de tráfico y de seguridad*. Fichas técnicas sobre la Unión Europea. [Consulta en línea]. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/home>
80. Parlamento Europeo. (2022). *Transporte por carretera: armonización legislativa*. Fichas técnicas sobre la Unión Europea. [Consulta en línea]. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/home>
81. EUR-Lex. (2022). *Tiempo de conducción y períodos de descanso en el sector del transporte por carretera*. [Consulta en línea]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:c00018>
82. Consejo de la Unión Europea. (1996). *DIRECTIVA 96/53/CE DEL CONSEJO por la que se establecen, para determinados vehículos de carretera que circulan en la Comunidad, las dimensiones máximas autorizadas en el tráfico nacional e internacional y los pesos máximos autorizados en el tráfico internacional*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. [Archivo PDF]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0053&from=ES>
83. Hernández, V. (2018). *Europa, experiencia en transporte de gran capacidad*. Revista Transportes y turismo. [Consulta en línea]. <https://www.tyt.com.mx/nota/europa-experiencia-en-transporte-de-gran-capacidad>
84. Parlamento Europeo. (2014). *DIRECTIVA 2014/45/UE relativa a las inspecciones técnicas periódicas de los vehículos de motor y de sus*
-

*remolques, y por la que se deroga la Directiva 2009/40/CE.* Diario Oficial de la Unión Europea.

85. Consejo de las Comunidades Europeas [CCE]. (1970). *DIRECTIVA DEL CONSEJO relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los depósitos de carburante líquido y los dispositivos de protección trasera de los vehículos a motor y de sus remolques.* Diario Oficial de las Comunidades Europeas.
86. DEKRA.(2017). *Dispositivo antiempotramiento y protección lateral de camiones.* Seguridad vial. [Consulta en línea]. <https://www.dekra-roadsafety.com/es/dispositivo-antiempotramiento-y-proteccion-lateral-de-camiones/>
87. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas [CEPE]. (2019). *Reglamento No. 58 de la (CEPE) —Prescripciones uniformes relativas a la homologación de: I. Dispositivos de protección trasera contra el empotramiento II. Vehículos en lo que concierne a la instalación de un dispositivo de protección trasera contra el empotramiento de un tipo homologado III. Vehículos en lo que concierne a su protección trasera contra el empotramiento.* Diario Oficial de la Unión Europea.
88. Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas [CEPE]. (2010). *Reglamento n° 93 de la (CEPE) —Prescripciones uniformes relativas a la homologación de: I. Los dispositivos de protección delantera contra el empotramiento II. Vehículos en lo que concierne al montaje de un dispositivo de protección delantera contra el empotramiento de un tipo homologado III. Vehículos en lo que concierne a su protección delantera contra el empotramiento.* Diario Oficial de la Unión Europea.
89. Economic Commission for Europe of the United Nations UN/ECE. (2004). *Regulation No 73 of the (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of goods vehicles, trailers and semi-trailers with regard to their lateral protection.* Official Journal of the European Union.
90. Parlamento Europeo. (2002). *DIRECTIVA 2002/85/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por la que se modifica la Directiva 92/6/CEE del Consejo relativa a la instalación y a la utilización de dispositivos de limitación de velocidad en determinadas categorías de vehículos de motor en la Comunidad.* Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

- 
91. EUR-Lex. (2022). *Instalación obligatoria de cinturones de seguridad*. [Consulta en línea]. <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/compulsory-fitting-of-safety-belts.html#:~:text=La%20instalaci%C3%B3n%20de%20cinturones%20de,de%20turismo%20y%20a%20los%20microbuses.>
  92. Balderas, N. (2019). *Estos son los sistemas de seguridad obligatorios para camiones en Alemania*. Revista Transportes y turismo. [Consulta en línea]. <https://www.tyt.com.mx/nota/estos-son-los-sistemas-de-seguridad-obligatorios-para-camiones-en-alemania>
  93. Parlamento Europeo. (1997). *DIRECTIVA 96/79/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa a la protección de los ocupantes de los vehículos de motor en caso de colisión frontal y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE*. Diario Oficial de la Unión Europea.
  94. Automotive. (2022). *Compulsory ADAS for European trucks set to expand*. [Consulta en línea]. <https://www.tu-auto.com/compulsory-adas-for-european-trucks-set-to-expand/>
  95. Parlamento Europeo. (2019). *REGLAMENTO (UE) 2019/2144 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativo a los requisitos de homologación de tipo de los vehículos de motor y de sus remolques, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a esos vehículos, en lo que respecta a su seguridad general y a la protección de los ocupantes de los vehículos y de los usuarios vulnerables de la vía pública*. Diario Oficial de la Unión Europea.
  96. Continental. (2022). *EU General Safety Regulation*. [Consulta en línea]. <https://www.continental-automotive.com/en-gl/Trucks-Buses/Vehicle-Chassis-Body/safety-topics/General-Safety-Regulations>
  97. DVS2020. (2022). *Direct Vision Standard*. [Consulta en línea]. <https://dvs2020.org/>
  98. National Heavy Vehicle Regulator [NHVR]. [2022]. *Performance Based Standards (PBS)*. [Consulta en línea]. <https://www.nhvr.gov.au/road-access/performance-based-standards>
  99. National Heavy Vehicle Regulator [NHVR]. (2020). *Performance-Based Standards Scheme – the Standards and Vehicle Assessment Rules*. National Transport Commission. [Archivo PDF]. <https://www.nhvr.gov.au/files/0020-pbsstdsvehassrules.pdf>
-



**COMUNICACIONES**

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado-Galindo"  
San Fandila, Pedro Escobedo  
C.P. 76703  
Querétaro, México  
Tel: +52 442 216 97 77 ext. 2610

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>